كتب تايم لايف

دائـــرةُ معـــارِفِ القَرْنِ الحادي والعِشْرين
لِلْعلومِ والتِّكْنولوجْيا المُتطَوِّرةِ والطَّبيعةِ

٧ وَسائِلُ النَّقْلِ والمُواصَلاتِ 7



Mngool.com

النا شرون

دار الكتاب المصرى
القاهرة

TIME LIFE BOOKS

دار الكتاب اللبنانى
بيروت

الْمُحْتَوَيَات

1 تَطَوُّرُ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّة

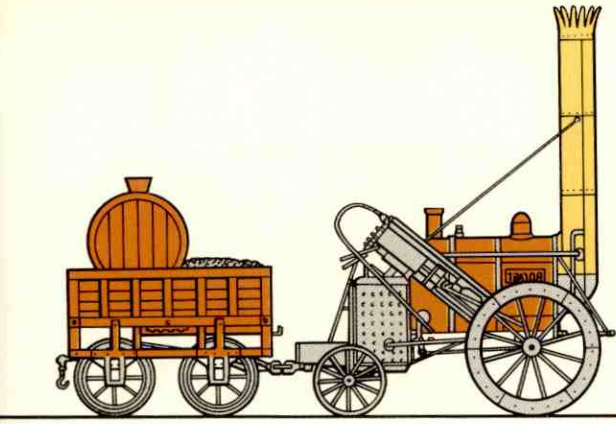
2 الآلَةُ الَّتِي تُحَرِّكُ الْبَشَرِيَّة

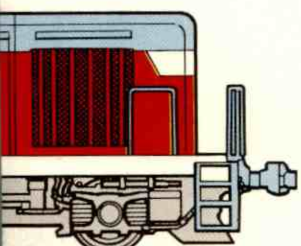
3 مَرْكَبَةٌ لِكُلِّ غَرَضٍ

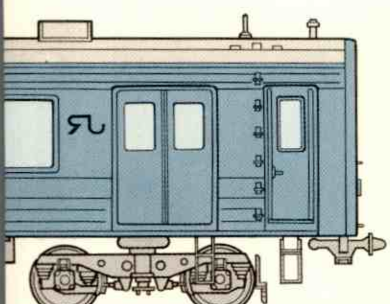
4 من الشّراع إلى الأعماق

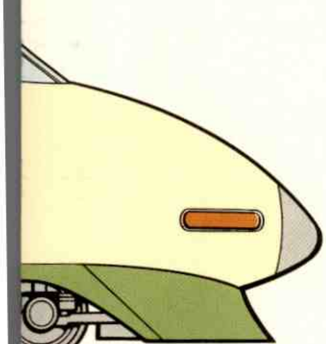
5 الحلم بالسّماوات

1
تَطَوُّرُ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّةِ







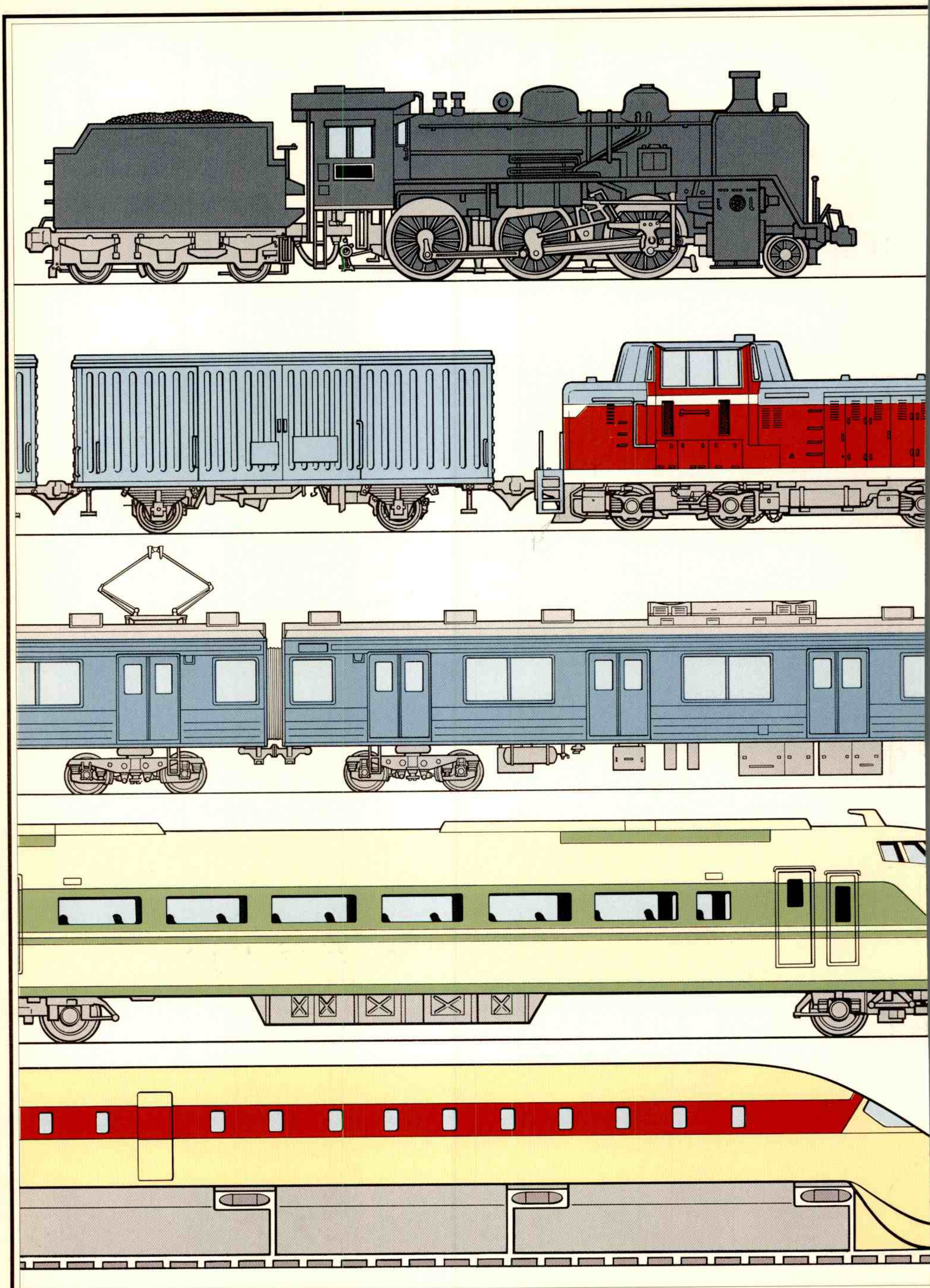


يُعْتَبَرُ الْقِطَارُ وَاحِدًا مِنْ أَعْظَمِ الانْتِصَارَاتِ الْهَنْدَسِيَّةِ الْمُعَاصِرَةِ . فَالْخُطُوطُ الْحَدِيدِيَّةُ تُسْتَخْدَمُ مُنْذُ مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ ١٩ كَوَسِيلَةٍ فَعَّالَةٍ يُعْتَمَدُ عَلَيْهَا فِى النَّقْلِ الْبَرِّىِّ لِلرُّكَّابِ وَالْبَضَائِعِ . وَقَدْ قَامَتِ الْقِطَارَاتُ الْأُولَى (أعلى الصفحة) بِدَوْرٍ هَامٍّ فِى إِنْجَاحِ الثَّوْرَةِ الصِّنَاعِيَّةِ فِى إِنْجِلْتِرَا . أَمَّا فِى الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ فَقَدْ بَدَأَ تَشْغِيلُ أَوَّلِ خَطٍّ حَدِيدِىٍّ عَامَ ١٨٣٠ بَيْنَ بَالْتِيمُور وَأُوهَايُو . وَبَعْدَ عَشْرِ سَنَوَاتٍ كَانَتِ الْقِطَارَاتُ الْبُخَارِيَّةُ ــ الَّتِى وَقُودُهَا الْفَحْمُ ــ تَنْقُلُ الرُّكَّابَ وَالْبَضَائِعَ عَلَى قُضْبَانٍ طُولُهَا ٢٨٠٠ مِيلٍ . وَبِحُلُولِ عَامِ ١٨٦٠ غَطَّتْ قُضْبَانُ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّةِ مَايَزِيدُ عَلَى ٣٠٠٠٠ مِيلٍ . وَقَامَتِ السِّكَكُ الْحَدِيدِيَّةُ بِدَوْرٍ فَعَّالٍ فِى نَقْلِ الْمُسْتَوْطِنِينَ إِلَى الْغَرْبِ الأمريكى .

وَفِى أَرْبَعِينِيَّاتِ الْقَرْنِ الْحَالِى صُنِعَتْ أَقْوَى الْقِطَارَاتِ الْبُخَارِيَّةِ عَلَى الْإِطْلَاقِ « الصِّبْيَةُ الْكِبَارُ» بِوَاسِطَةِ اتِّحَادِ الْخُطُوطِ الْحَدِيدِيَّةِ الْبَاسِيفِكِى . وَتَصِلُ سُرْعَتُهَا إِلَى ٧٥ مِيلًا/ ساعة ، وَيُمْكِنُهَا حَمْلُ ٤٠٠٠ طِنٍّ صَاعِدًا عَلَى مُنْحَدَرَاتِ جِبَالِ رُوكِى الشَّاهِقَةِ . وَفِى الْوَقْتِ الْحَالِى ، تُسْتَخْدَمُ فِى الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْقَاطِرَةُ الدِّيزِل (الثانية من أعلى) فِى سَحْبِ مُعْظَمِ قِطَارَاتِ الْبَضَائِعِ ، بَيْنَمَا يَشِيعُ اسْتِخْدَامُ الْقَاطِرَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ فِى أُورُبَّا . وَيَسْتَخْدِمُ الْمُوظَّفُونَ فِى أَنْحَاءِ الْعَالَمِ قِطَارَاتِ الرِّحْلَاتِ الْمُتَنَاوِبَةِ الْكَهْرَبِيَّةَ فِى تَنَقُّلَاتِهِمُ الْيَوْمِيَّةِ مِنْ وَإِلَى أَعْمَالِهِمْ (الوسط) ، وَلِكُلٍّ مِنْهَا مُحَرِّكُهُ الْكَهْرَبِىُّ الْخَاصُّ بِهِ . وَتَسْتَطِيعُ الْقِطَارَاتُ الْمُسَمَّاةُ الرَّصَاصَةُ (الثانية من أسفل) ذَاتُ السُّرْعَةِ الْعَالِيَةِ أَنْ تَقْطَعَ ١٨٦ مِيلًا فِى السَّاعَةِ . أَمَّا قِطَارُ ماجليف (أسفل) الَّذِى مَازَالَ فِى طَوْرِ التَّجَارِبِ ، وَالَّذِى سَيَسْبَحُ فِى الْهَوَاءِ فَوقَ وِسَادَةٍ مَغْنَاطِيسِيةٍ ، فَيُمكِنُهُ أَنْ يَقْطَعَ ٣٠٠ مِيلٍ فِى السَّاعَةِ فِى الْمُسْتَقْبَلِ .

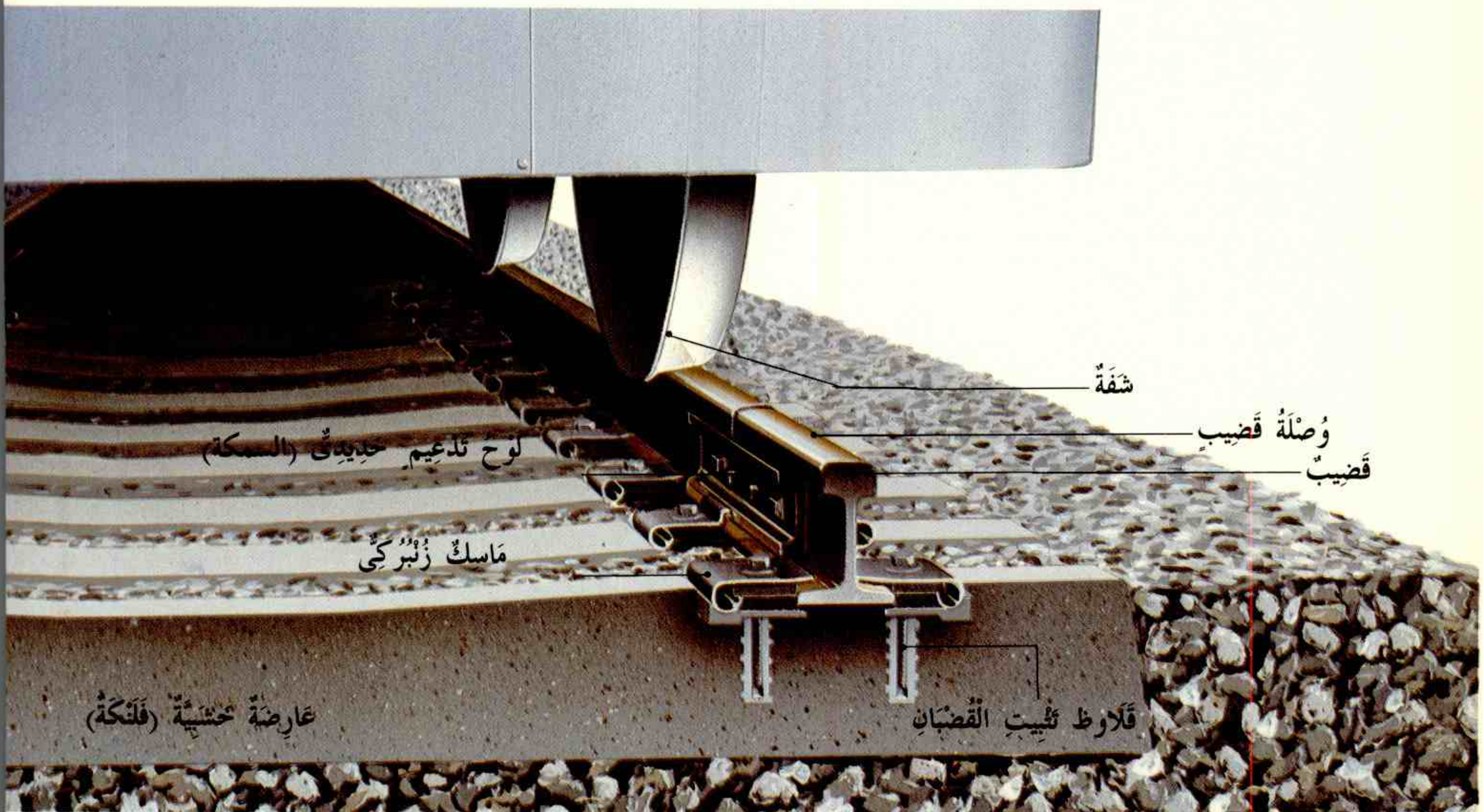
تُسْهِمُ السِّكَكُ الْحَدِيدِيَّةُ فِى نَقْلِ أَعْدَادٍ ضَخْمَةٍ مِنَ النَّاسِ وكَمِّيَّاتٍ هَائِلَةٍ مِنَ الْبَضَائِعِ بِسُرْعَةٍ ، وَبِأَسْعَارٍ رَخِيصَةٍ بَدْءًا مِنَ الْقَاطِرَةِ الْمُسَمَّاةِ بالصَّارُوخِ (أعلى اليمين) وَهِىَ أَقْوَى قِطَارٍ عَامَ ١٨٢٩ ، إِلَى الْقِطَارِ التَّجْرِيبِىِّ الْمَغْنَاطِيسِىِّ السَّابِحِ فِى الْهَوَاءِ (أسفل) .





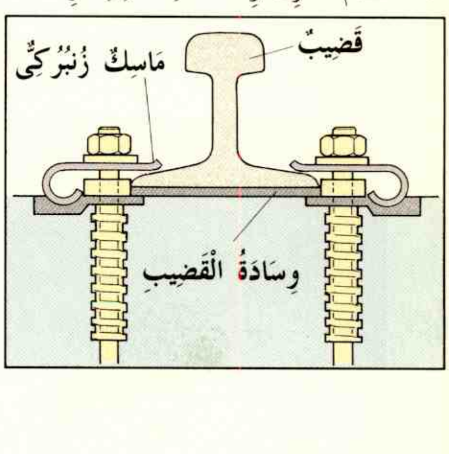
كَيْفَ يَبْقَى الْقِطَارُ عَلَى قُضْبَانِهِ ؟

قَدْ تَكُونُ قِطَارَاتُ الْيَوْمِ أَكْبَر وَأَسْرَعَ وَأَقْوَى مِنْ مَثِيلاتِهَا مُنْذُ ١٦٠ عَامًا ، وَلَكِنَّهَا مَازَالَتْ تَسْتَخْدِمُ نفس العَجَلاتِ الْحَدِيدِيَّةِ الْمُزَوَّدَةِ بِشَفَةٍ دَاخِلِيَّةٍ وَالَّتِى تَجْرِى عَلَى قُضْبَانٍ حَدِيدِيَّةٍ بِشَكْلِ I . وَتَمْتَدُّ هَذِهِ الشَّفَةُ الَّتِى طُولُهَا بُوصَةٌ مِن الْحَافَةِ الدَّاخِلِيَّةِ لِلْعَجَلَةِ . وَمُهِمَّتُهَا تَوْجِيهُ الْعَجَلاتِ عَلَى الْقَضِيبِ وَحَوْلَ الْمُنْحَنَيَاتِ . وَيَكَادُ يَنْعَدِمُ الِاحتِكَاكُ بَين العَجَلاتِ وَالْقَضِيبِ ، فَعَرَبَةُ قِطَارٍ تَزِنُ ٤٠ طِنًّا وَسُرْعَتُهَا ٦٠ مِيلًا / ساعة إِذَا فَقَدَتْ قُوَّتَهَا المحَرِّكَة ،



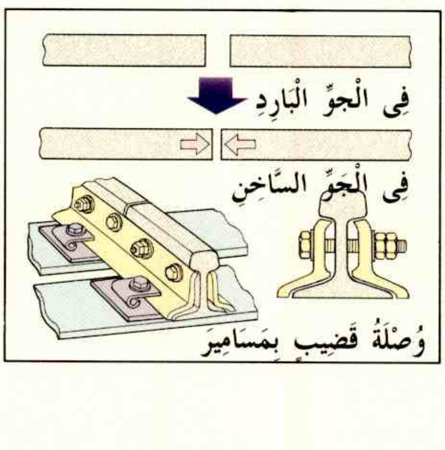
دِعَامَةُ الْقَضِيبِ الْمَرِنَةُ

يُثَبَّتُ الْقَضِيبُ عَلَى فَلَنْكَاتٍ خَشَبِيَّةٍ أَوْ خرسَانِية مَدْفُونَةٍ فِى الزَّلَطِ . وَعَادَةً يُثَبَّتُ الْقَضِيبُ فِى مَكَانِهِ بِوَاسِطَةِ مَسَامِيرِ قَلاوُوظ طَوِيلَةٍ تَنْفُذُ خِلَالَ الْمَوَاسِكِ الزُّنْبُرُكِيَّةِ . وَيُوَفِّرُ هَذَا النِّظَامُ الْمرِنُ رِحْلَةً سَلِسَةً لِلْقِطَارِ .



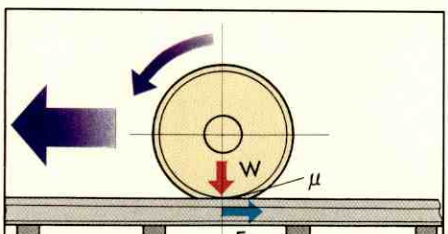
وُصْلَةُ الْقَضِيب

فِى خُطُوطِ السككِ الحديدية تُتْرَكُ فَرَاغَاتٌ بَيْنَ أَجْزَائِهَا ــ ذَاتِ طُول ١٢ مِترًا ــ لِلتَّمَدُّدِ عِنْدَمَا تَسْخُنُ . وَتُوصَّلُ الْأَجْزَاءُ بِبَعْضِهَا بِوُصْلَاتٍ مَعْدِنِيَّةٍ مَرْبُوطَةٍ بِالْمَسَامِيرِ ــ أَمَّا الْآنَ ، فَيَتِمُّ لِحَامُ مُعْظَمِ قُضْبَانِ الْخَطِّ الرَّئِيسِىِّ مَعًا .



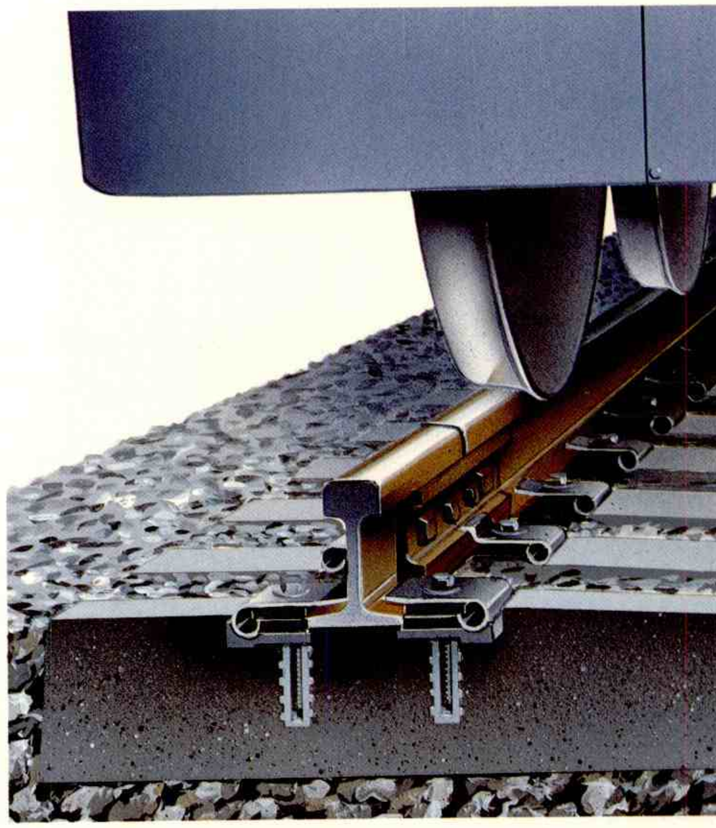
الْجَرُّ (أو السَّحْبُ)

يُجْبِرُ وَزْنُ الْقَاطِرَةِ عَجَلَاتِهَا عَلَى التَّلامُسِ المحْكَمِ بِالْقَضِيبِ الْأَمْلَسِ ، فَتَتَوَلَّدُ قُوَّةُ الْجَرِّ (أو السحب) اللَّازِمَةُ للسَّيْرِ عَلَى الخطِّ الحدِيدِىِّ وَإِلَى أَعْلَى الْمُنْحَدَرَاتِ .



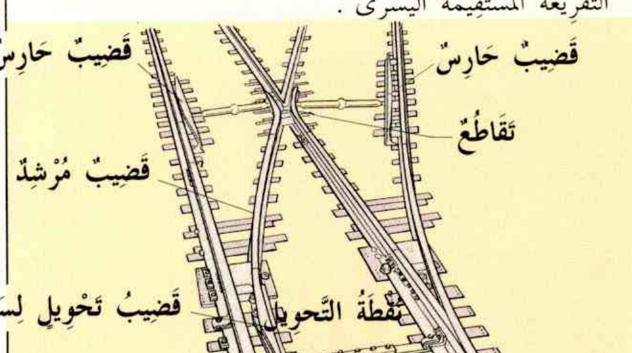
تَتَكَوَّنُ الْمُقَاوَمَةُ الْأَسَاسِيَّةُ لِحَرَكَةِ الْقِطَارِ لِلْأَمَامِ (F) مِنْ مُحصِّلَةِ وَزْنِهِ (W) وَالِاحْتِكَاكِ بَيْنَ عَجَلَاتِهِ وَالْقَضِيبِ (μ) .

تَسْتَمِرُّ فِي الحَرَكَةِ مَسَافَةَ ٥ أَمْيَالٍ قَبْلَ أَنْ تَقِفَ تَمامًا . بَيْنَمَا لَوْ تَعرَّضَتْ شَاحِنَةٌ بِنَفْسِ الْوَزْنِ لِنَفْسِ الظُّرُوفِ لَمَا اسْتَمرَّتْ فِي الْحَرَكَةِ أَكْثَرَ مِنْ مِيلٍ وَاحِدٍ .



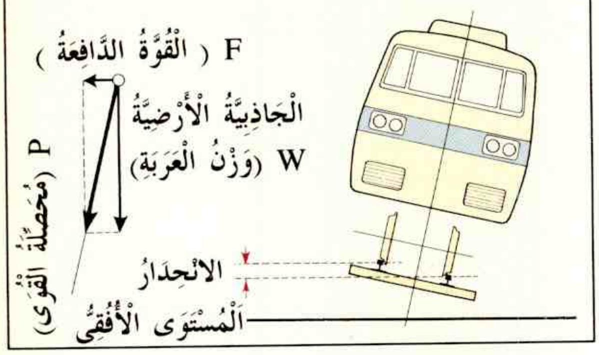
التَّحْوِيلَةُ

يَسْتَلْزِمُ لِنَقْلِ الْقِطَارِ مِنْ خَطٍّ إِلَى آخَرَ أَنْ تُنْقَلَ عَجَلَاتُهُ بِوَاسِطَةِ قُضْبَانِ تَحْوِيلٍ مُتَحرِّكَةٍ . وَتُسَاعِدُ الْقُضْبَانُ الْحَارِسَةُ الْعَجَلَاتِ عَلَى اجْتِيَازِ نُقْطَةِ الْمِقَصِّ حَيْثُ تَتَقَاطَعُ الْقُضْبَانُ . فَالْقِطَارُ الَّذِي نَتَخَيَّلُ مُرُورَهُ بِالتَّحْوِيلَةِ السُّفْلَى ، سَيَسْلُكُ التَّفْرِيعَةَ الْمُسْتَقِيمَةَ الْيُسْرَى .



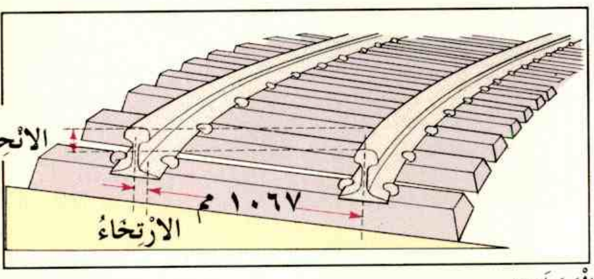
صِنَاعَةُ الْمُنْحَنَيَاتِ

يَتَأَثَّرُ الْقِطَارُ الْمَارُّ عَلَى أَيِّ مُنْحَنًى بِالْقُوَّةِ الطَّارِدَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ وَالَّتِي تَدْفَعُهُ إِلَى خَارِجِ الْمُنْحَنَى . وَلِمُلَاشَاتِهَا يُرْفَعُ مُسْتَوَى الْقَضِيبِ الْخَارِجِيِّ عَنِ الدَّاخِلِيِّ . وَهَذَا الِارْتِفَاعُ أَوِ الانْحِدَارُ يُسَاعِدُ الْقِطَارَ عَلَى الِاحْتِفَاظِ بِسُرْعَتِهِ عِنْدَ الْمُنْحَنَيَاتِ .



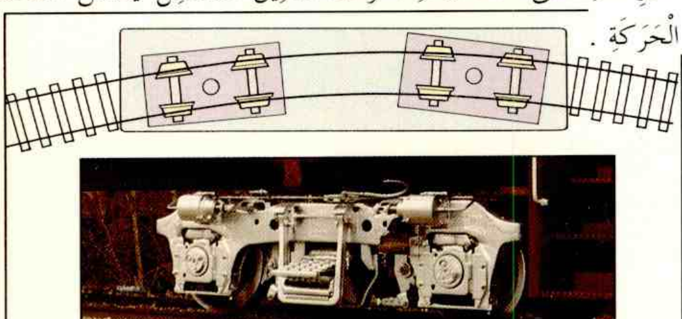
الِارْتِخَاءُ

تَكُونُ الْمَسَافَةُ بَيْنَ الْقُضْبَانِ عِنْدَ الْمُنْحَنَيَاتِ أَكْبَرَ مِنْهَا بَيْنَ الْقُضْبَانِ الْمُسْتَقِيمَةِ بِمَا يُعْرَفُ بِالِارْتِخَاءِ . وَهَذَا يُقَلِّلُ الِاحْتِكَاكَ عَلَى عَجَلَاتِ الْقِطَارِ عِنْدَمَا يَنْجَذِبُ الْقِطَارُ إِلَى خَارِجِ الْمُنْحَنَى ، فَيَقِلُّ اسْتِهْلَاكُ الْقُضْبَانِ .



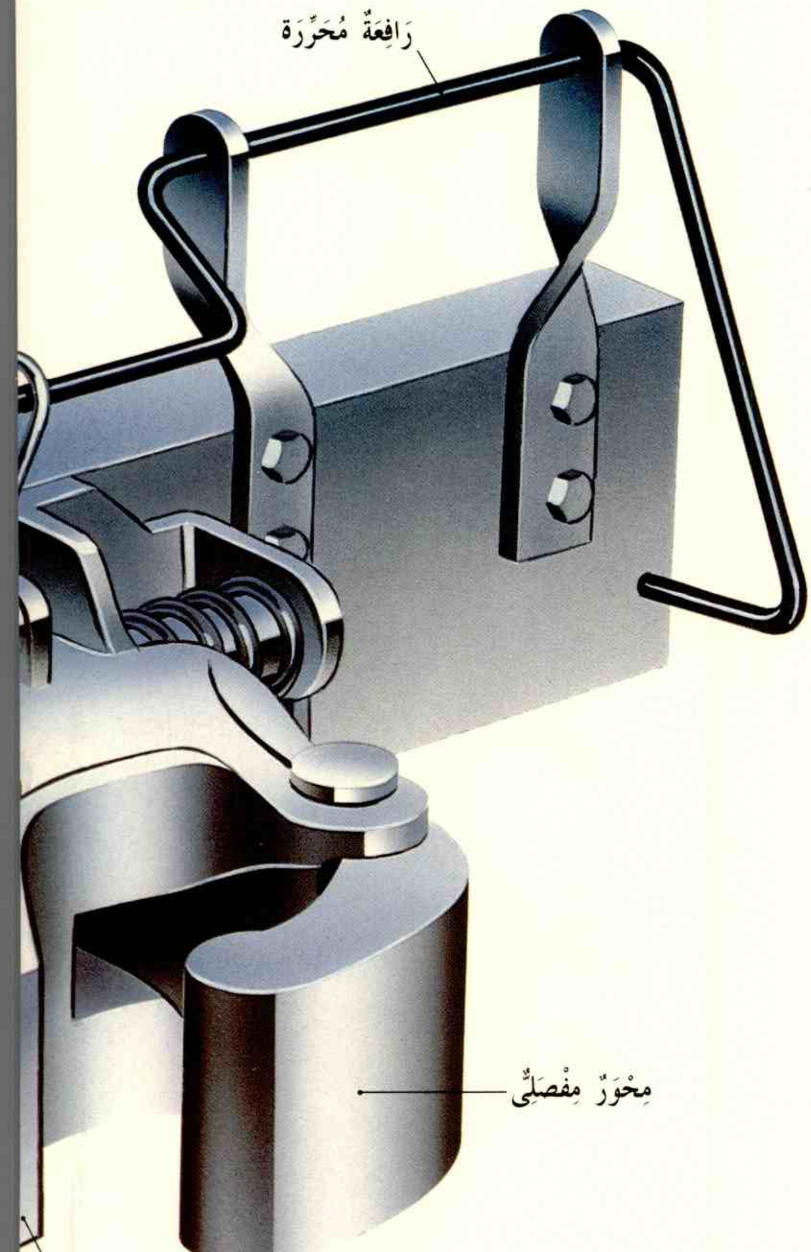
عَرَبَاتُ الْعَجَلَاتِ

تُرَكَّبُ عَجَلَاتُ عَرَبَةِ الْقِطَارِ عَلَى عَرَبَاتٍ مُسَطَّحَةٍ ، وَهِيَ قَوَاعِدُ مُتَحرِّكَةٌ تَحْتَوِي عَلَى نِظَامِ تَعْلِيقِ الْعَرَبَةِ فَلِكُلِّ عَرَبَةٍ مِنْهَا زَوْجَانِ مِنَ الْعَجَلَاتِ ، وَتَدُورُ عَلَى لَوْحَةٍ مَرْكَزِيَّةٍ ، فَتَكْسِبُ الْقِطَارَ الْمُرُونَةَ اللَّازِمَةَ لِتَخَطِّي الْمُنْحَنَيَاتِ . وَهَذَا التَّعْلِيقُ الْمُسْتَقِلُّ يَضْمَنُ سَلَاسَةَ الْحَرَكَةِ .



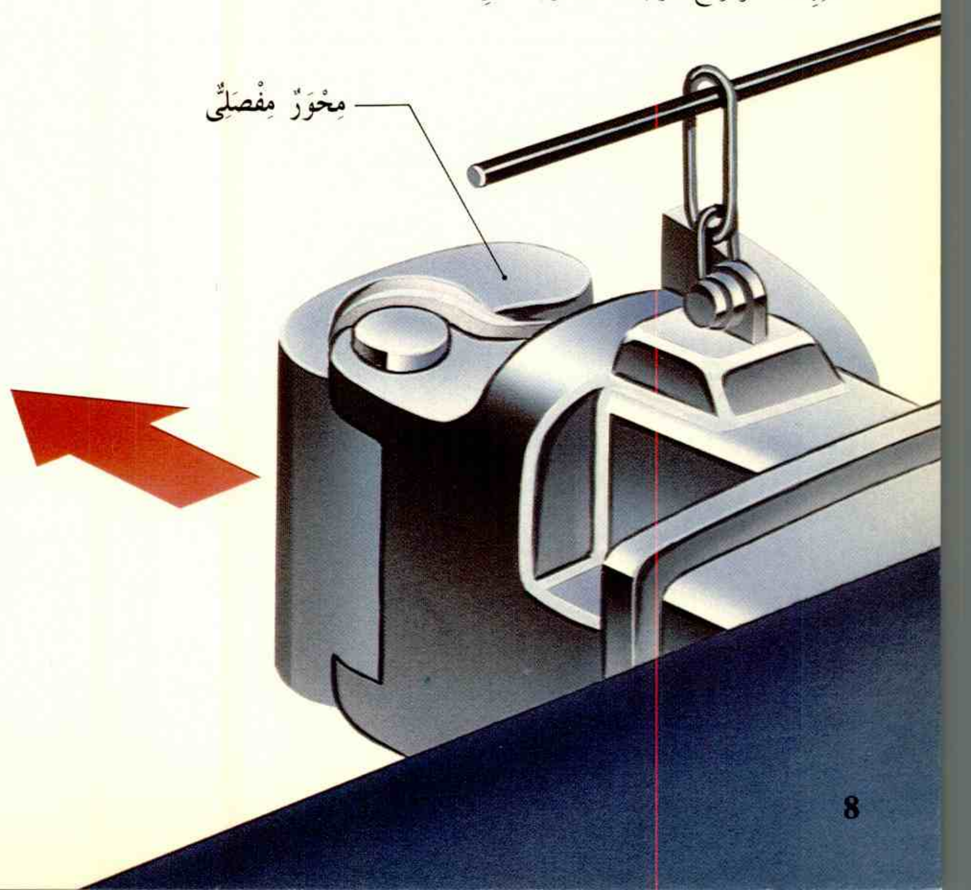
كَيْفَ تُوَصَّلُ عَرَبَاتُ الْقِطَارِ بِبَعْضِهَا الْبَعْضِ ؟

يُحْسَبُ طُولُ الْقِطَارِ بِجَمْعِ أَطْوَالِ الْعَرَبَاتِ الْمُضَافَةِ ، وَطَرْحِ أَطْوَالِ الْعَرَبَاتِ الْمَفْصُولَةِ . وَتَتِمُّ الإِضَافَةُ وَالْفَصْلُ بِفَضْلِ مِقْرَنَاتٍ ذَاتِيَّةِ التَّصْمِيمِ ، حَيْثُ يُؤَمِّنُ إِغْلَاقَ كُلِّ عَرَبَتَيْنِ مَعًا ، كَمَا أَنَّهُ سَهَّلَ الْفَكَّ بِاسْتِخْدَامِ رَافِعَةٍ مُحَرِّرَةٍ . وللمِقْرَنَاتِ أَشْكَالٌ عِدَّةٌ . فَعَرَبَاتُ مِتْرُو الأَنْفَاقِ وَالْعَرَبَاتُ الْخَفِيفَةُ الَّتِى تَسِيرُ عَلَى قُضْبَانٍ تَسْتَخْدِمُ مِقْرَنَاتِ التَّلَامُسِ الَّتِى تُوَفِّرُ الأَمَانَ وَسُهُولَةَ الْحَرَكَةِ . أَمَّا قِطَارَاتُ السِّكَّةِ الْحَدِيدِيَّةِ ، فَتَسْتَخْدِمُ غَالِبًا الْمِقْرَنَاتِ الْمِحْوَرِيَّةَ الْمُفَصَّلَاتِ الَّتِى تُشْبِهُ شَكْلَ يَدَيْنِ مُتَشَابِكَتَيِ الأَصَابِعِ . أَمَّا الْمِقْرَنَاتُ الْمُسْتَقِيمَةُ الدَّوَّارَةُ فَتَسْمَحُ لِعَرَبَاتِ الْبَضَائِعِ بِأَنْ تَمِيلَ لِتَفْرِيغِ حُمُولَتِهَا دُونَ أَنْ تُفْصَلَ مِنَ الْقِطَارِ .

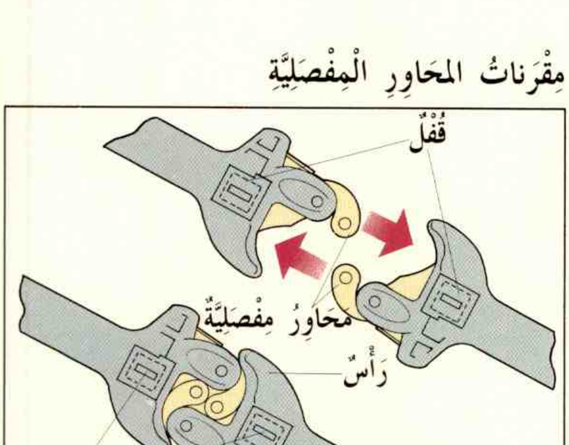


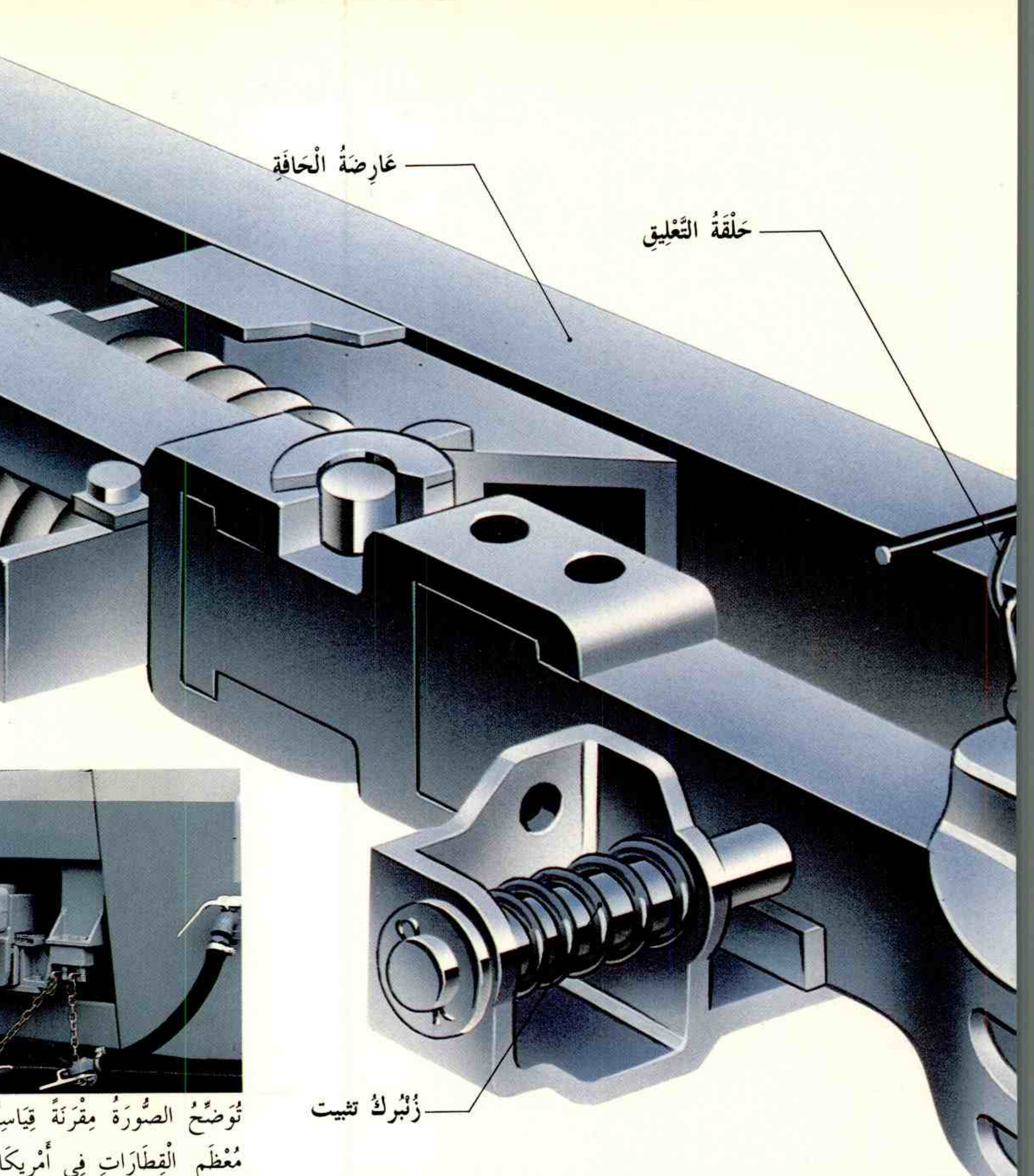
التَّقَارُنُ الذاتِىُّ (الأوتوماتى)

تَعْمَلُ قَارِنَاتُ الْقِطَارِ الْقِيَاسِيَّةُ مِثْلَ الأَيْدِى الْمُتَشَابِكَةِ . فَعِنْدَ اقْتِرَابِ عَرَبَتَيْنِ مِنْ بَعْضِهِمَا ، تَكُونُ الأَصَابِعُ مَفْتُوحَةً . وَعِنْدَمَا تَتَصَادَمُ الأَصَابِعُ ، تَتَشَابَكُ بِبَعْضِهَا الْبَعْضِ . وَيُغْلَقُ الْقُفْلُ بِإِحْكَامٍ . ولِفَكِّ التَّقَارُنِ ، تُدْفَعُ الْعَرَبَتَانِ نَحْوَ بَعْضِهِمَا ، وَتُرْفَعُ الرَّافِعَةُ الْمُحَرِّرَةُ يَدَوِيًّا .



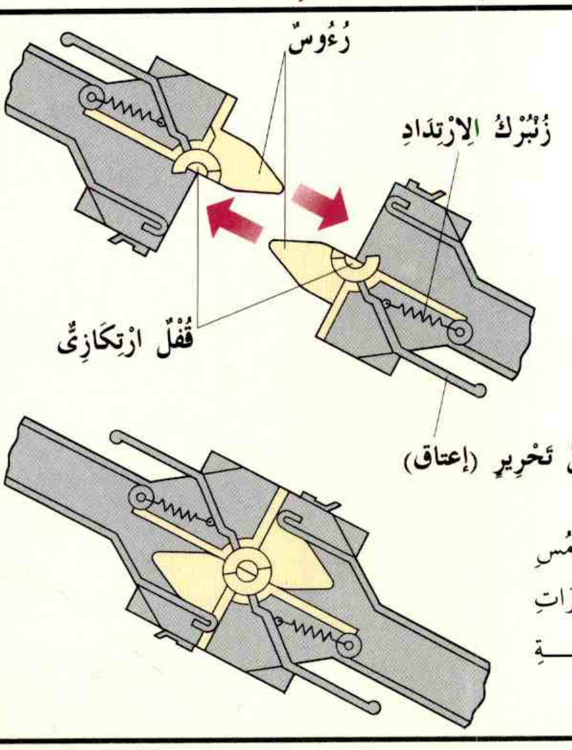
مِقْرَنَاتُ الْمَحَاوِرِ الْمِفْصَلِيَّةِ





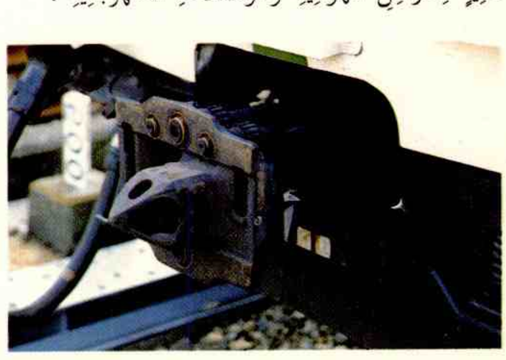


تُوَضِّحُ الصُّورَةُ مِقْرَنَةً قِيَاسِيَّةً ذَاتِيَّةَ الْحَرَكَةِ تُسْتَخْدَمُ فِى مُعْظَمِ الْقِطَارَاتِ فِى أَمْرِيكَا .



مِقْرَنَاتُ التَّلَامُسِ

عِنْدَمَا يَتَقَابَلُ رَأْسَا مِقْرَنَتَىْ تَلَامُسٍ جَنْبًا إِلَى جَنْبٍ ، فَإِنَّ ذَلِكَ يُؤَدِّى إِلَى إِغْلَاقِ قُفْلٍ ارْتِكَازِىٍّ . وَلِفَكِّ التَّقَارُنِ ، يُضْغَطُ عَلَى مَقَابِضِ التَّحْرِيرِ (الإعتاق)، فَتَتَحَرَّرُ زُنْبُرُكَاتُ الِارْتِدَادِ . وَمِقْرَنَاتُ التَّلَامُسِ تُكَوِّنُ وُصْلَةً أَقْوَى مِنْ مِقْرَنَاتِ الْمِحْوَرِ الْمِفْصَلِى ، وَلِذَلِكَ فَهِىَ تُخَفِّفُ مِن ارْتِجَاجِ الْعَرَبَاتِ عِنْدَ لحظتى الانْطِلَاقِ وَالْوُقُوفِ . كَمَا أَنَّهَا مُزَوَّدَةٌ أَيْضًا بِوُصْلَاتٍ ذَاتِيَّةٍ لِلْفَرَامِلِ الْهَوَائِيَّةِ وَالْوُصْلَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ .

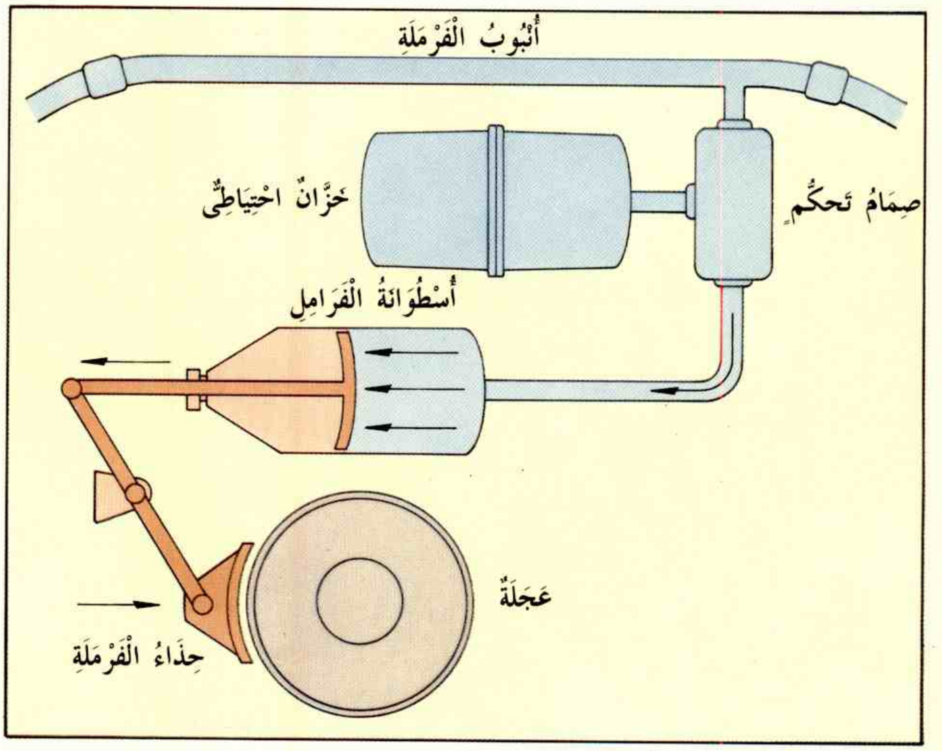


تُعْتَبَرُ مِقْرَنَاتُ التَّلَامُسِ قِيَاسِيَّةً لمعْظَمِ الْقِطَارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ النَّفَقِيَّةِ وَالْمَرْفُوعَةِ .

هَلْ فَرامِلُ الْقِطَارِ مَأْمُونَةٌ ؟

نِظَامُ الْفَرَامِلِ هُوَ أَهَمُّ الْأَنْظِمَةِ الَّتِى يُزَوَّدُ بِهَا الْقِطَارُ . وَتَسْتَخْدِمُ قِطَارَاتُ الْبَضَائِعِ الْأَمْرِيكِيَّةُ مُنْذُ عَامِ ١٩٠٠ نِظَامَ الْفَرْمَلَةِ الْهَوَائِيَّةِ الذَّاتِيَّةِ ، وَهُوَ نِظَامٌ مُعَقَّدٌ مِنَ الْخَرَاطِيمِ وَالْمَكَابِسِ وَالصِّمَامَاتِ وَالْقَارِنَاتِ الَّتِى تَسْتَطِيعُ إِيقَافَ قِطَارٍ ذِى ١٥٠ عَرَبَةً بِأَمَانٍ . وَقَدِ اخْتُرِعَ هَذَا النِّظَامُ عَامَ ١٨٧٢ ، وَتَمَّ تَحْسِينُ جَمِيعِ أَجْزَائِهِ تَقْرِيبًا ، وَلَكِنَّ طَرِيقَةَ التَّشْغِيلِ الْأَسَاسِيَّةَ لَمْ تَتَغَيَّرْ : فَالْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ يَدْفَعُ مِكْبَسًا ، وَهَذَا الْمِكْبَسُ يُحَرِّكُ لُقْمَةَ الْفَرَامِلِ لِتَضْغَطَ عَلَى عَجَلَاتِ الْقِطَارِ (يسار) . وَالِاحْتِكَاكُ النَّاتِجُ يُوقِفُ الْقِطَارَ . وَيُسَمَّى هَذَا النِّظَامُ ذَاتِيًّا لِأَنَّ الْفَرَامِلَ تَعْمَلُ تِلْقَائِيًّا فَوْرَ حُدُوثِ أَىِّ انْقِطَاعٍ فِى خُطُوطِ الْهَوَاءِ . وَالْآنَ ، تُحِسُّ الْفَرَامِلُ الْهَوَائِيَّةُ بِحُمُولَةِ الْقِطَارِ ، وَتُوقِفُ الْقِطَارَ بِالدَّرَجَةِ الْمُنَاسِبَةِ لِحَالَتِهِ .

أَمَّا الْقِطَارَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ فَتَسْتَخْدِمُ نَوْعًا آخَرَ مِنَ الْفَرَامِلِ ، يَعْتَمِدُ عَلَى مُقَاوَمَةٍ كَهْرُومَغْنَاطِيسِيَّةٍ بَدَلًا مِنَ الِاحْتِكَاكِ لِإِيقَافِ حَرَكَةِ الْعَجَلَاتِ . وَتَسْتَطِيعُ هَذِهِ الْفَرَامِلُ إِيقَافَ قِطَارٍ خَفِيفٍ نِسْبِيًّا فِى سُرْعَةٍ وَيُسْرٍ ، وَلَكِنَّهَا لَا تَتَمَكَّنُ مِنْ إِيقَافِ قِطَارَاتٍ أَثْقَلَ مِثْلِ قِطَارَاتِ الْبَضَائِعِ أَوْ قِطَارَاتِ الرُّكَّابِ الَّتِى تَجُرُّهَا قَاطِرَاتٌ .

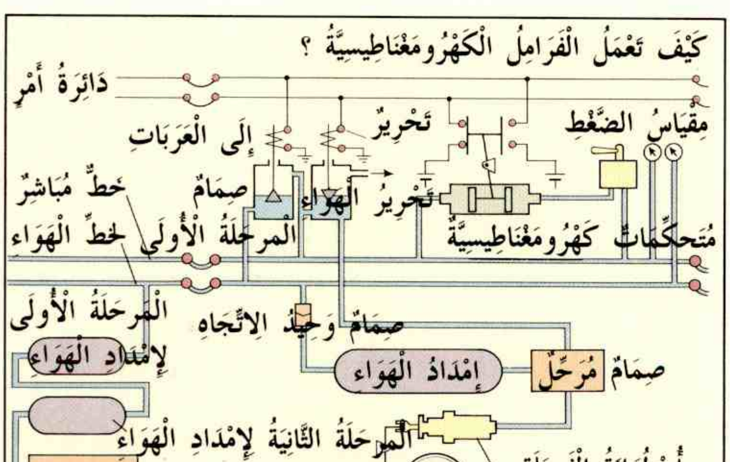


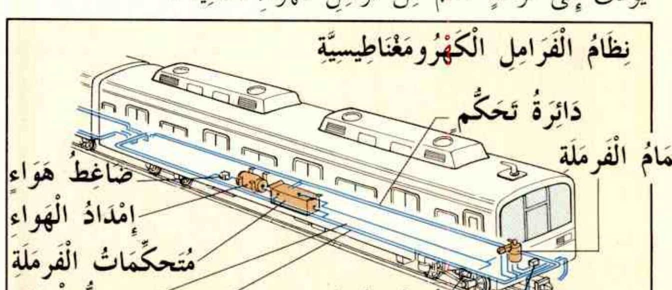
تَشْغِيلُ الْفَرَامِلِ الْهَوَائِيَّةِ ذاتيّة الحركة

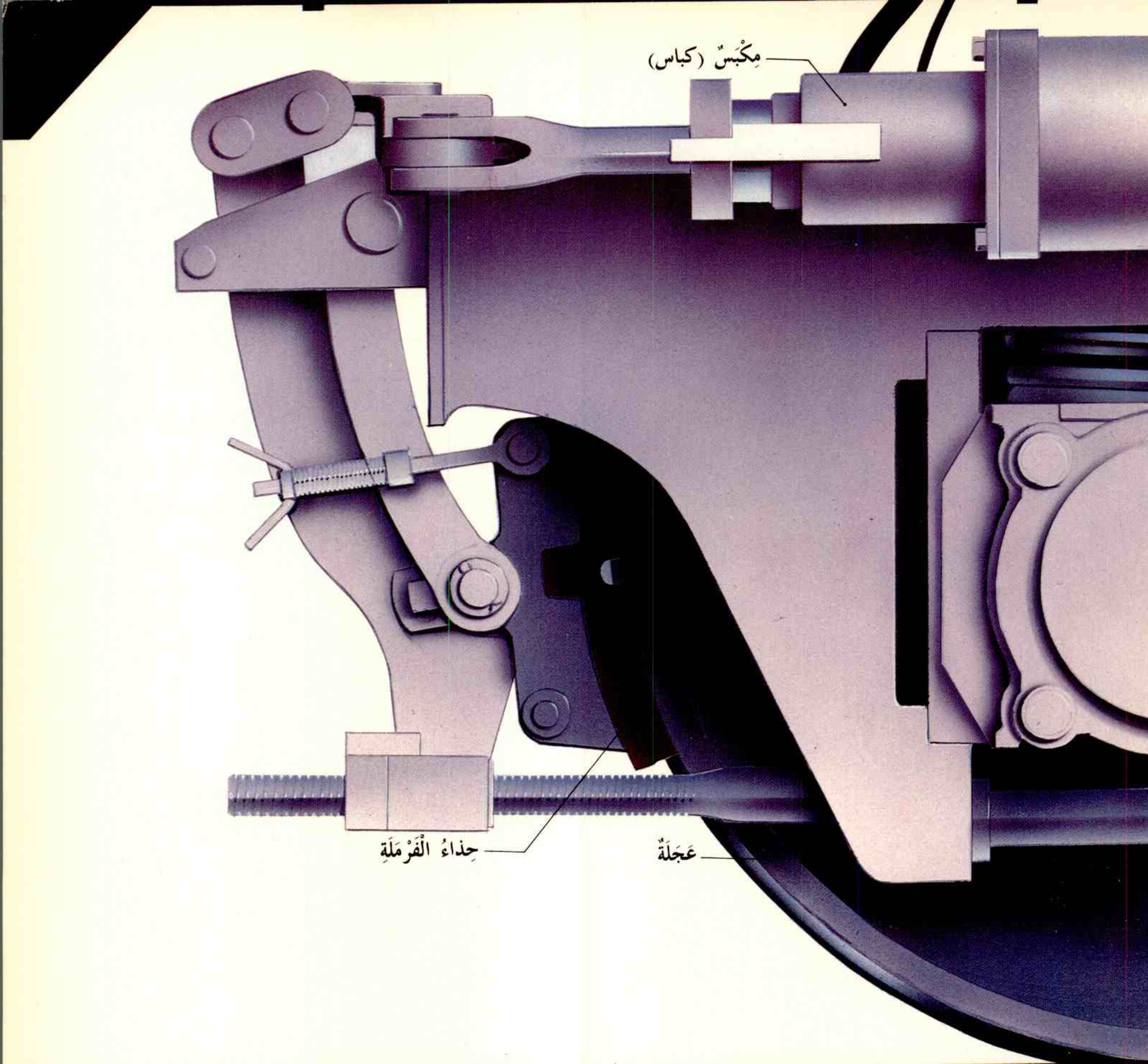
عِنْدَمَا يُنَشِّطُ الْمُهَنْدِسُ صِمَامَ الْفَرْمَلَةِ (الرسم المبسط يمين)، يَمُرُّ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ مِنْ أُنْبُوبِ حِذَاءِ الْفَرْمَلَةِ إِلَى صِمَامِ التَّحَكُّمِ إِلَى أُسْطُوَانَةِ الْفَرْمَلَةِ . فَيَضْغَطُ عَلَى الْمِكْبَسِ الَّذِى يُحَرِّكُ الرَّوَافِعَ الَّتِى تَدْفَعُ حِذَاءَ الْفَرْمَلَةِ لِتَضْغَطَ عَلَى الْعَجَلَةِ . وَبِتَحْرِيرِ صِمَامِ الْفَرْمَلَةِ يَنْخَفِضُ ضَغْطُ الْهَوَاءِ دَاخِلَ أُسْطُوَانَةِ الْفَرْمَلَةِ وَيَبْتَعِدُ الْحِذَاءُ عَنِ الْعَجَلَةِ . وَيُشَغِّلُ صِمَامُ التَّحَكُّمِ الْفَرَامِلَ أَيْضًا ذَاتِيًّا فِى حَالَةِ انْفِصَالِ عَرَبَةٍ عَنِ الْقِطَارِ . وَيَحْتَفِظُ بِهَوَاءٍ مَضْغُوطٍ إِضَافِىٍّ فِى خَزَّانٍ احْتِيَاطِىٍّ لِاسْتِعْمَالِهِ عِنْدَ الطَّوَارِئِ .

الْفَرَامِلُ الْهَوَائِيَّةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ

تُزَوَّدُ قِطَارَاتُ الرُّكَّابِ (أسفل) بِدَائِرَةِ تَحَكُّمٍ إِلِكْتُرُونِيَّةٍ تَتَحَكَّمُ فِى ضَغْطِ الْهَوَاءِ الْمُؤَثِّرِ عَلَى أُسْطُوَانَةِ الْفَرْمَلَةِ (يسار). وَهَذَا يُؤَدِّى إِلَى فَرْمَلَةٍ أَنْعَمَ مِنْ فَرَامِلِ الْهَوَاءِ الذَّاتِيَّةِ .







الْفَرَامِلُ الْكَهْرُومَغْنَاطِيسيَّةُ

تَعْتَمِدُ فَرامِلُ الْقِطَارِ الْكَهْرَبائِىِّ عَلَى مُقَاوَمَةٍ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ بَدَلًا مِنَ الِاحْتِكَاكِ لِتَوْلِيدِ فَرْمَلَةٍ مُنْتَظِمَةٍ لِأَىِّ سُرْعَةٍ . فَبِقَطْعِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِىِّ عَنْ مُحَرِّكِ الْإِدَارَةِ الْكَهْرَبائِىِّ يَتَوَلَّدُ مَجَالٌ مَغْنَاطِيسِىٌّ مُعَاكِس يُقَاوِمُ دَوَرَانَ عَجَلاتِ الْقِطَارِ . وَكُلَّمَا زَادَ زَمَنُ قَطْعِ التَّيَّارِ ، كُلَّمَا كَانت الْفَرْمَلَةُ أَقْوَى .

تَوْصِيلُ كَهْرَبَاءِ التَّدْوِيرِ



أَثْنَاءَ تَوْصِيلِ الْكَهْرَباءِ ، فَإِنَّ الْمَجَالَ الْمَغْنَاطِيسىَّ فِى الْمُوَصِّلِ يَسْمَحُ بِدَوَرانِ الْعَجَلاتِ بِحُرِّيَّةٍ .

قَطْعُ كَهْرَبَاءِ التَّدْوِيرِ



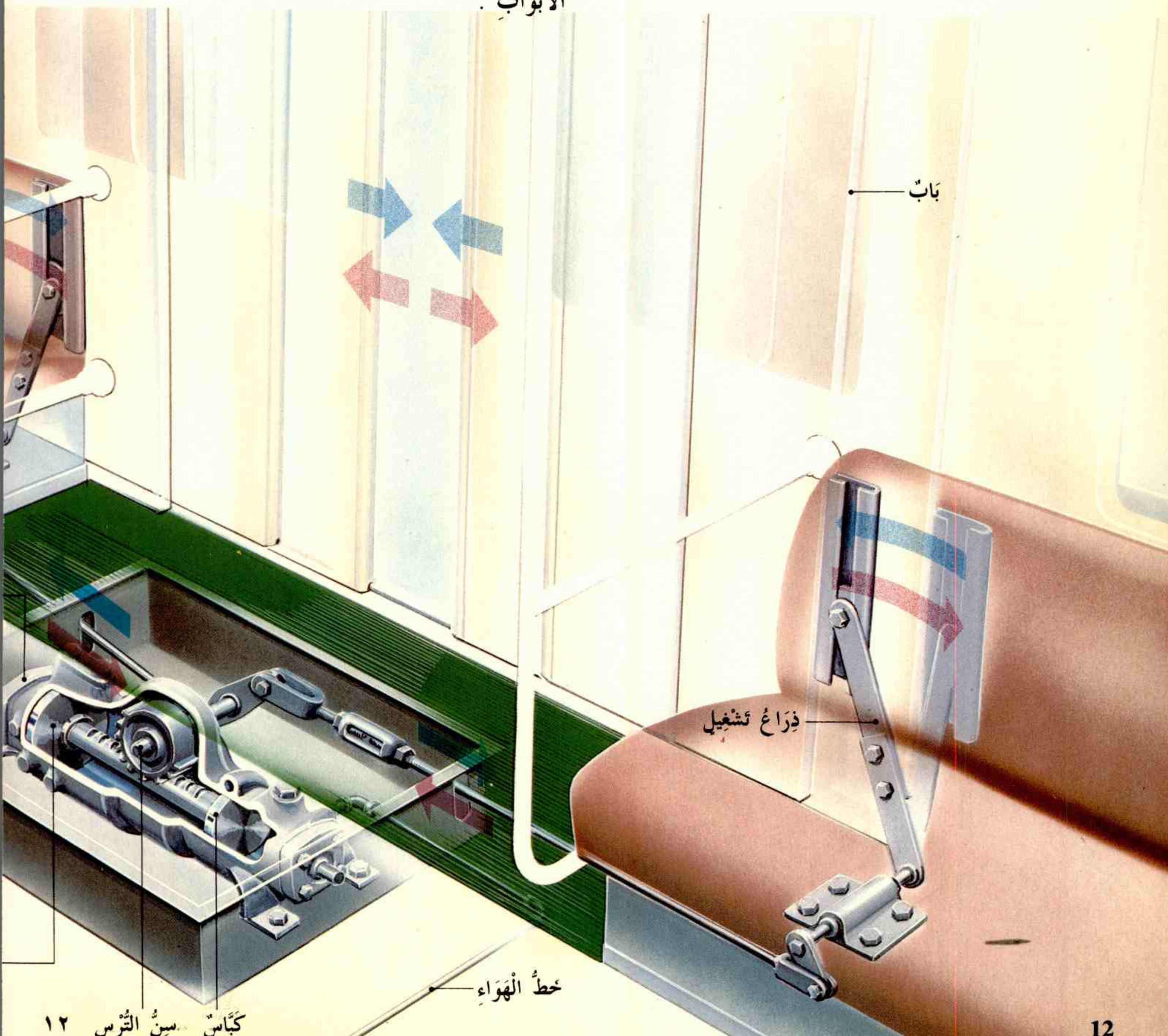
قَطْعُ الْكَهْرَباءِ ، يَعْكِسُ اتِّجَاهَ الْمَجالِ الْمَغْنَاطِيسِىِّ فِى الْمُوَصِّلِ ، فَتَنْتُجُ مُقَاوَمَةٌ لِدَوَرَانِ الْعَجَلاتِ .

كَيْفَ تَعْمَلُ أَبْوَابُ الْقِطَارَاتِ التَّنَاوُبِيَّةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ ؟

إنَّ إحْدى السِّماتِ الْمُمَيِّزَةِ لِلْقِطَارِ التَّنَاوُبِى الْكَهْرَبَائِىِّ الْحَديثِ هِىَ الْمَجْمُوعَةُ الْعَديدَةُ مِنْ أَبْوَابِهِ الْمُنْزَلِقَةِ ذَاتِيًّا . فَعِنْدَ الْوُصُولِ لِلْمَحَطَّةِ ، يُحَوِّلُ أَحَدُ أَفْرَادِ طَاقَمِ الْقِيَادَةِ الْمِفْتَاحَ الْكَهْرَبِىَّ لِفَتْحِ الْأَبْوَابِ . وَهَذَا يُنَشِّطُ أَسْنَانَ التُّرُوسِ الَّتِى تُحَرِّكُهَا الْكَبَّاسَاتُ تَحْتَ أَزْوَاجِ الْأَبْوَابِ عَلَى طُولِ أَحَدِ جَانِبَىِ الْقِطَارِ . أَمَّا أَبْوَابُ الْجَانِبِ الْآخَرِ فَلا تُفْتَحُ . وَحَرَكَةُ أَسْنَانِ التُّرْسِ تُؤَدِّى إِلَى انْزِلَاقِ ذِرَاعِ التَّحَكُّمِ فِى الْبَابِ فَتَفْتَحُهُ (أسفل). وَفِى بَعْضِ الْقِطَارَاتِ يُوجَدُ ضَوْءٌ خَارِجَ الْعَرَبَةِ فَوْقَ كُلِّ بَابٍ . وَعِنْدَمَا تَخْلُو الْأَبْوَابُ مِنَ الرُّكَّابِ ، يَقُومُ نَفْسُ فَرْدِ طَاقَمِ الْقِيَادَةِ بِتَحْوِيلِ مِفْتَاحِ غَلْقِ الْأَبْوَابِ ، فَتَتَحَرَّكُ أَسْنَانُ التُّرْسِ فِى الِاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ ، وَتَنْزَلِقُ الْأَبْوَابُ لِتُغْلَقَ .

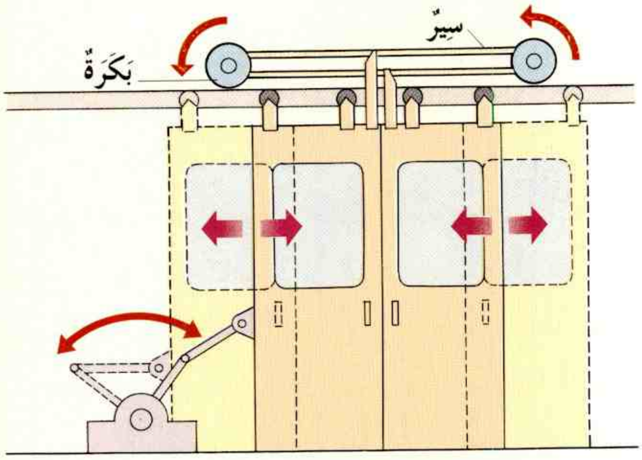
وَعِنْدَمَا تَكُونُ الْأَبْوَابُ مُغْلَقَةً ، فَإِنَّهَا لَا تَنْفَتِحُ مُصَادَفَةً ، لِوُجُودِ قُفْلٍ يَمْنَعُ ذَلِكَ . كَمَا أَنَّ آلِيَّةَ الْأَمَانِ بِالْقِطَارِ تَمْنَعُهُ مِنَ الْحَرَكَةِ ، إِذَا لَمْ تَكُنْ جَمِيعُ الْأَبْوَابِ مُحْكَمَةَ الْغَلْقِ .. وَأَىُّ بَابٍ يَظَلُّ مَفْتُوحًا ، لَا يَنْطَفِئُ الضَّوْءُ فَوْقَهُ ، فَيَنْتَبِهُ إِلَيْهِ أَفْرَادُ الطَّاقَمِ .

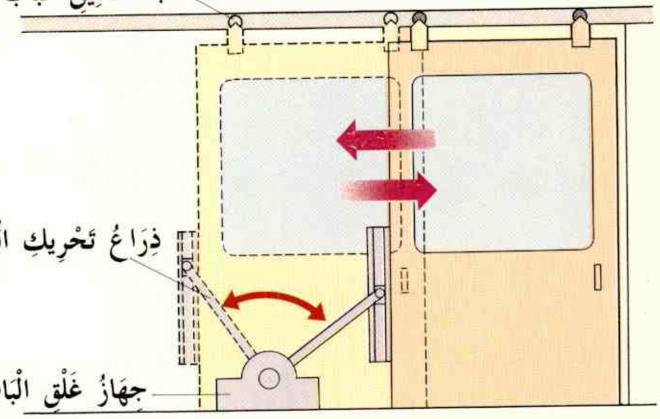
وَعَادَةً ، يَكُونُ مَصْدَرُ الطَّاقَةِ الَّذِى يُشَغِّلُ الْأَبْوَابَ هُوَ نَفْسَ مَصْدَرِ طَاقَةِ تَشْغِيلِ الْقِطَارِ . وَإِذَا تَعَطَّلَتِ الطَّاقَةُ ، تَعْمَلُ مَجْمُوعَةُ الْبَطَّارِيَّاتِ الْمُثَبَّتَةِ بِالْقِطَارِ ، وَيُمْكِنُ فَتْحُ الْأَبْوَابِ .



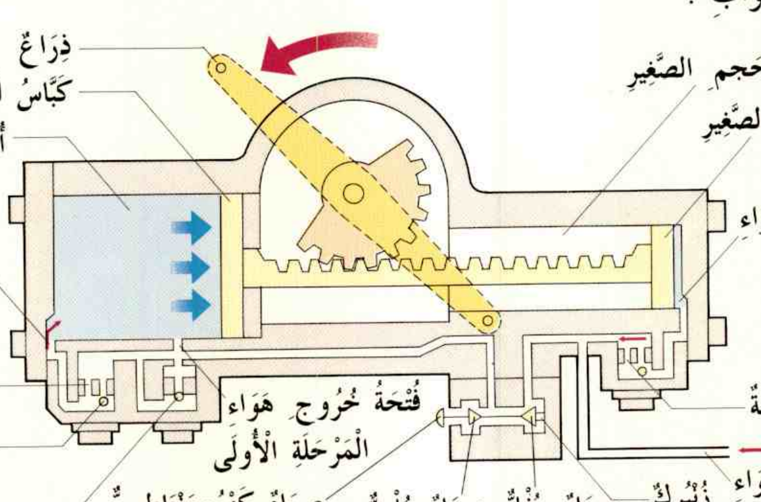
اَلْأَبْوَابُ الْأَحَادِيَّةُ وَالْمزْدَوَجَةُ

يُعَلَّقُ الْبَابُ الْأَحَادِىُّ (أسفل يمين) مِنْ مَسَارِهِ بِوَاسِطَةِ عَجَلَاتٍ صَغِيرَةٍ . وَتَقُومُ ذِرَاعٌ آلِيَّةٌ بِتَحْرِيكِ الْقَضِيبِ الَّذِى يَفْتَحُ الْبَابَ وَيُغْلِقُهُ . أَمَّا الْبَابُ الْمزْدَوَجُ (أسفل يسار) فَيَعْتَمِدُ عَلَى نِظَامِ « السَّيرِ وَالْبَكَرَةِ » لِرَبْطِ الْبَابَيْنِ مَعًا ، بِحَيْثُ إِذَا دَفَعَ الذِّرَاعُ أَحَدَهُمَا أَوْ جَذَبَهُ ، فَإِنَّ الْبَابَ الآخَرَ يَتَحَرَّكُ فِى الِاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ فِى نَفْسِ الْوَقْتِ .

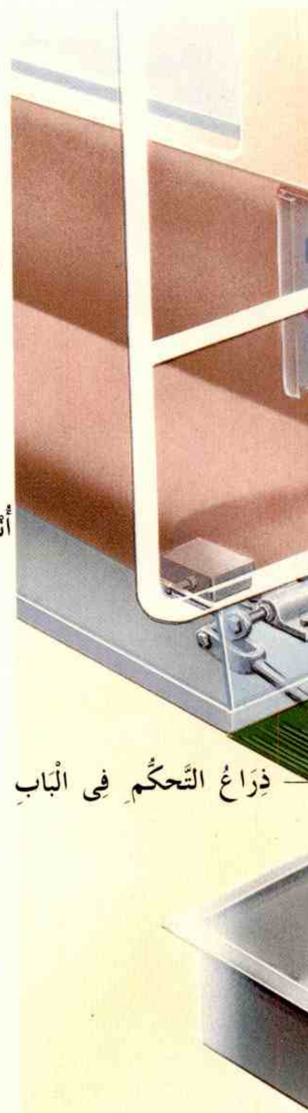




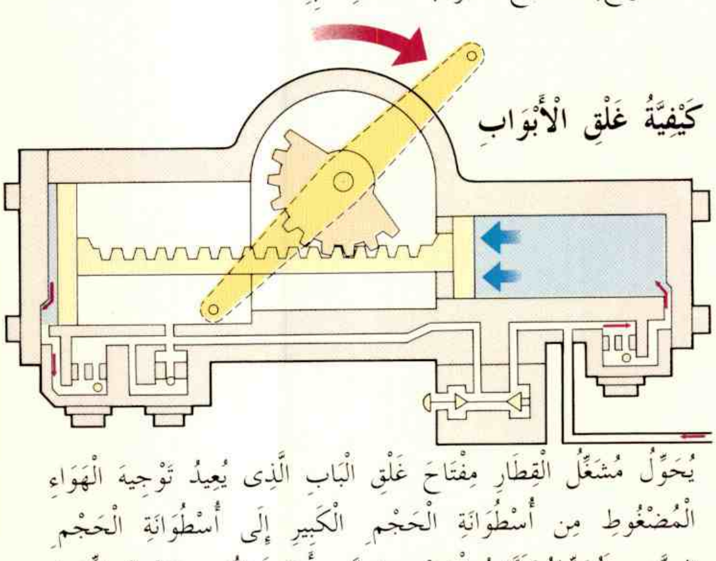
كَيْفِيَّةُ فَتْحِ الْأَبْوَابِ .



عِنْدَمَا يُحَوِّلُ مُشَغِّلُ الْقِطَارِ مِفْتَاحَ فَتْحِ الْبَابِ ، يَدْخُلُ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ إِلَى أُسْطُوَانَةِ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ (أعلى) خِلَالَ سِلْسِلَةِ صِمَامَاتٍ ، فَيَدْفَعُ كَبَّاسَ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ الَّذِى يُحَرِّكُ أَسْنَانَ التُّرسِ وَيُؤَدِّى إِلَى دَوَرَانِ الذِّرَاعِ ، فَتُفْتَحُ الْأَبْوَابُ الْمُتَّصِلَةُ بِهِ .



كَيْفِيَّةُ غَلْقِ الْأَبْوَابِ



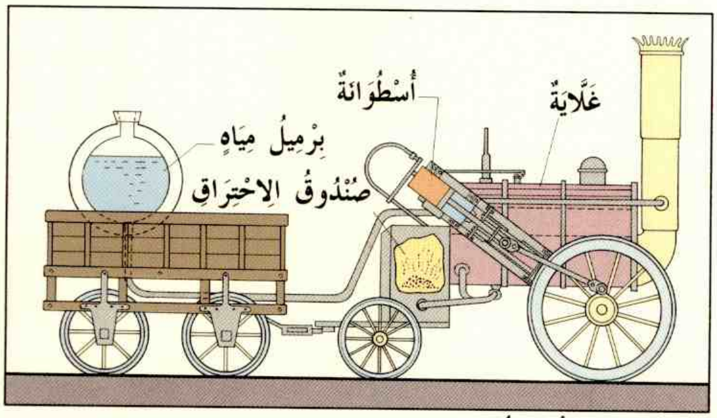
يُحَوِّلُ مُشَغِّلُ الْقِطَارِ مِفْتَاحَ غَلْقِ الْبَابِ الَّذِى يُعِيدُ تَوْجِيهَ الْهَوَاءِ الْمُضْغُوطِ مِن أُسْطُوَانَةِ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ إِلَى أُسْطُوَانَةِ الْحَجْمِ الصَّغِيرِ. فَيُحَرِّكُ كَبَّاسُ الْحَجْمِ الصَّغِيرِ أَسْنَانَ التُّرسِ وَتَدُورُ الذِّرَاعُ وَتُغْلَقُ الْأَبْوَابُ .



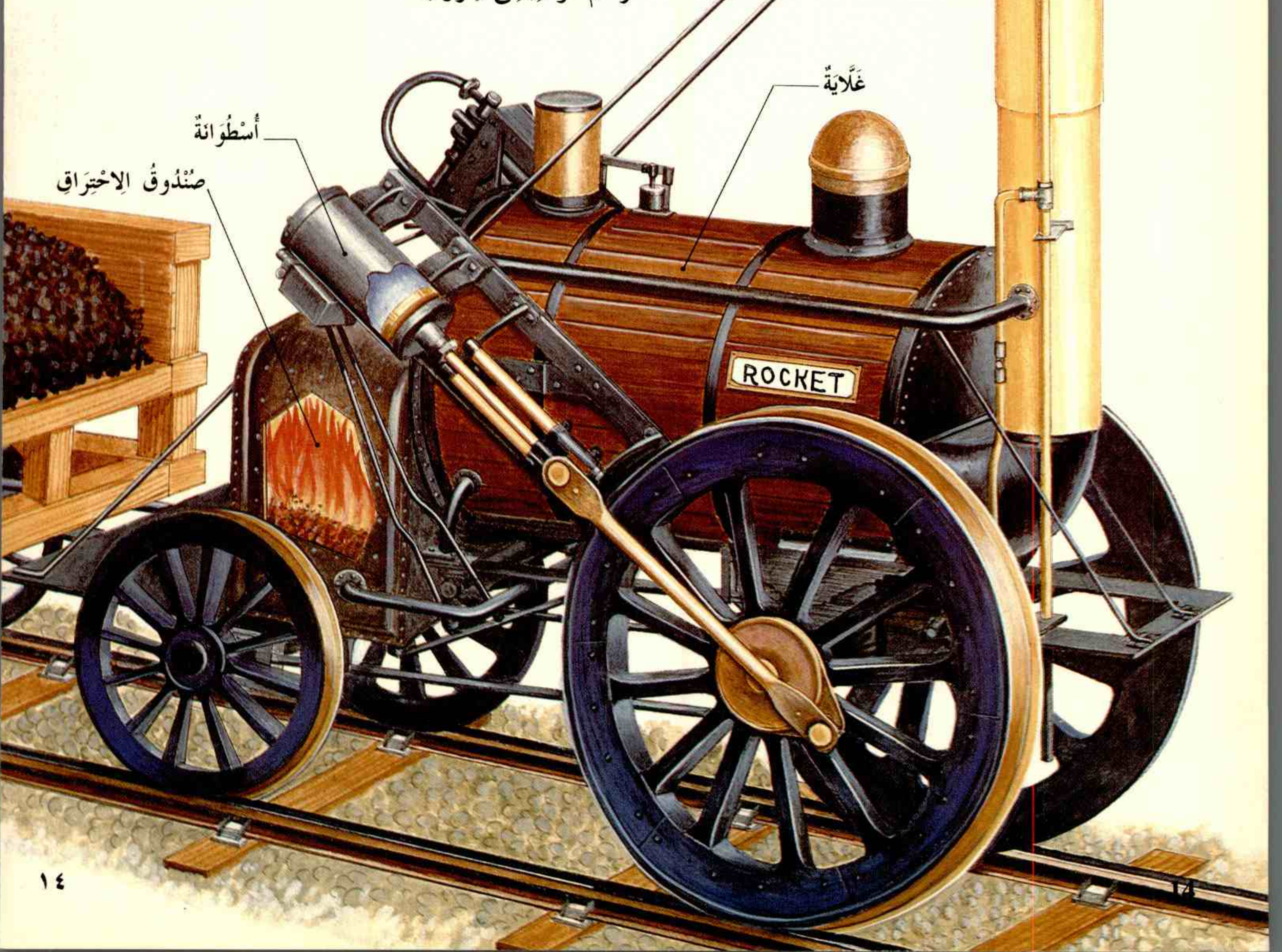
ضَوْءٌ أَحْمَرُ إِشَارَةً لِلْأَبْوَابِ الْمَفْتُوحَةِ

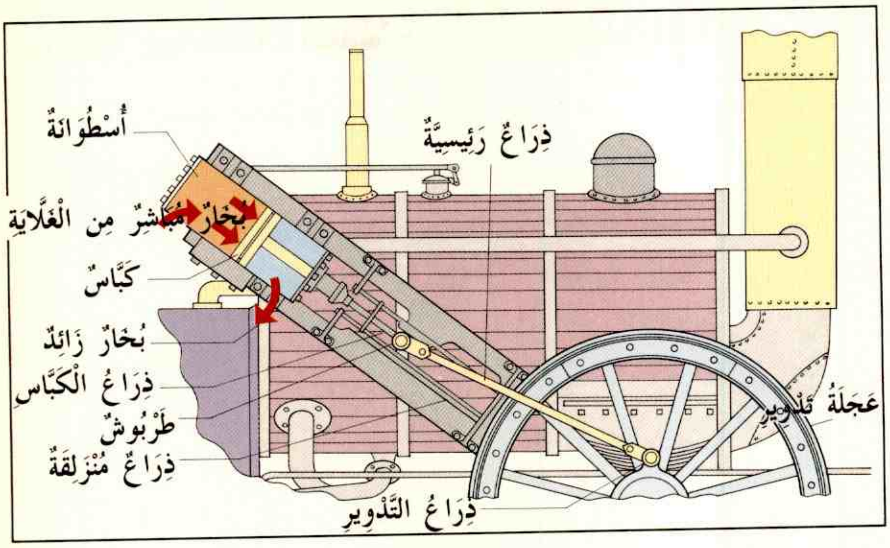
كَيْفَ كَانَت الْقِطَارَاتُ الْبُدَائِيَّةُ ؟

بَدَأ عَصْرُ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّةِ عَامَ ١٨٠٤ حِينَ قَامَتْ قَاطِرَةٌ بُخَارِيَّةٌ بِسَحْبِ حُمُولَةٍ مِن الْحَدِيدِ دَاخِلَ مَصَانِعِ الْحَدِيدِ بِإِقْلِيمِ وِيلْزِ الإِنْجِلِيزِيِّ . وَبَعْدَ ٢٥ عَامًا ، بَنَى الْمُهَنْدِسُ الإِنْجِلِيزِيُّ جُورْجِ سِيفِنْسونُ الْقَاطِرَةَ الْبُخَارِيَّةَ رُوكِيت — أَى الصَّارُوخَ — ذَاتَ التَّصْمِيمِ الْفَرِيدِ الَّذِى فَازَ بِجَائِزَةِ ٥٠٠ £ فِى مُسَابَقَةِ اخْتِيَارِ أَفْضَلِ قَاطِرَةٍ ، وَالَّتِى أَقَامَتْهَا شَرِكَةُ خُطُوطِ لِيفَرْبُول وَمَانْشِيسْتَر . وَقَدْ أَصْبَحَ خطُّ لِيفَرْبُول : مَانْشِيسْتَر بِدَايَةً نَاجِحَةً لِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ مِنْ تَشْيِيدِ الْخُطُوطِ الْحَدِيدِيَّةِ عَبْرَ أُورُوبَّا وَأَمْرِيكَا .



رَسْمٌ تَوْضِيحِيٌّ لِلرُّوكِيت



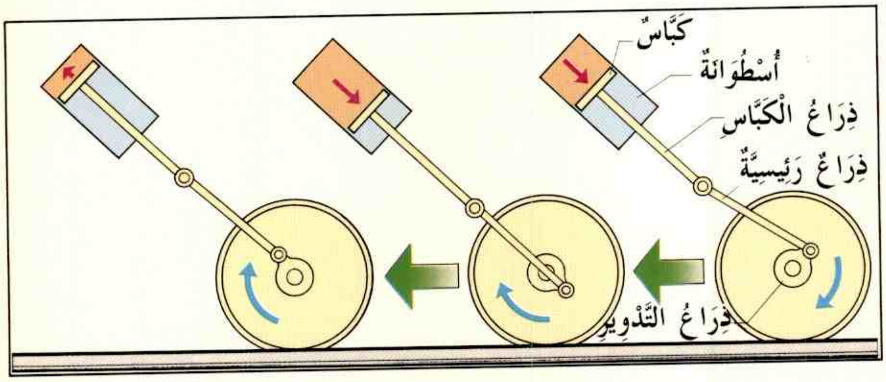


الرُّوكِيت (الصَّاروخ)

تَكَوَّنَت الرُّوكِيت (أسفل) مِنْ ٣ أَجْزَاءٍ رَئِيسِيَّةٍ: الْقَاطِرَةُ الَّتِى حَمَلَت غَلَّايَةَ الْبُخَارِ وَأُسْطُوَانَاتِ التَّدْوِيرِ، وَصُنْدُوقُ الاحْتِرَاقِ الَّذِى كَانَ الْفَحْمُ يَحْتَرِقُ بِدَاخِلِهِ، وَالْعَرَبَةُ الَّتِى حَمَلَت الْمَاءَ وَالْوَقُودَ. وَالْبُخَارُ الْخَارِجُ مِنَ الْغَلَّايَةِ كَانَ يُزَوِّدُ الأُسْطُوَانَتَيْنِ الْكَبِيرَتَيْنِ بِالْقُدْرَةِ لِتَحْرِيكِ الْعَجَلَتَيْنِ الأَمَامِيَّتَيْنِ الْكَبِيرَتَيْنِ لِلْقَاطِرَةِ وَالْمُتَّصِلَتَيْنِ بِالأُسْطُوَانَتَيْنِ (يسار). وَبِفَضْلِ تَصْمِيمِ صُنْدُوقِ الاحْتِرَاقِ وَالْغَلَّايَةِ اُعْتُبِرَت الرُّوكِيتُ أَوَّلَ قَاطِرَةٍ عَمَلِيَّةٍ وَقَادَتْ إِلَى نَجَاحِ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّةِ الْبُدَائِيَّةِ.

عَجَلَةُ تَدْوِيرٍ تَكْسِبُ قُدْرَتَهَا مِنْ كَبَّاسٍ

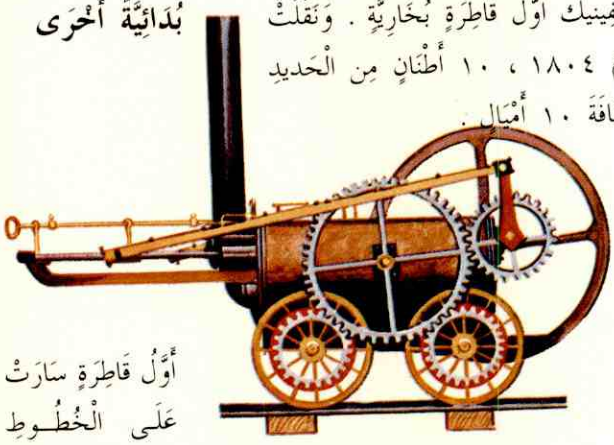
يَدْخُلُ الْبُخَارُ مِنَ الطَّرَفِ الْعُلْوِيِّ لِلأُسْطُوَانَةِ وَيَدْفَعُ الْكَبَّاسَ لأَسْفَلَ، فَيَتَحَرَّكُ الذِّرَاعَانِ، وَيَلُفُّ ذِرَاعَ التَّدْوِيرِ عَلَى الْعَجَلَةِ. ثُمَّ يَدْخُلُ الْبُخَارُ مِنْ قَاعِ الأُسْطُوَانَةِ، وَيَنْدَفِعُ الْكَبَّاسُ لأَعْلَى سَاحِبًا الذِّرَاعَيْنِ، فَتَدُورُ الْعَجَلَةُ إِلَى الأَمَامِ.

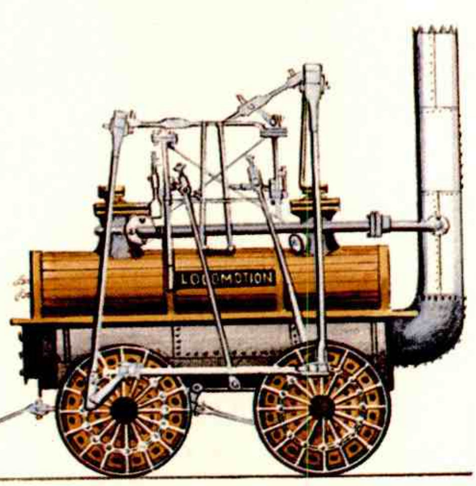




قَاطِرَاتٌ بُخَارِيَّةٌ بُدَائِيَّةٌ أُخْرَى

بَنَى الْمُهَنْدِسُ الْبرِيطَانِىُّ رِيتْشَارْدِ تِرِيفِينيك أَوَّلَ قَاطِرَةٍ بُخَارِيَّةٍ. وَنَقَلَتْ عَامَ ١٨٠٤، ١٠ أَطْنَانٍ مِنَ الْحَدِيدِ مَسَافَةَ ١٠ أَمْيَالٍ.

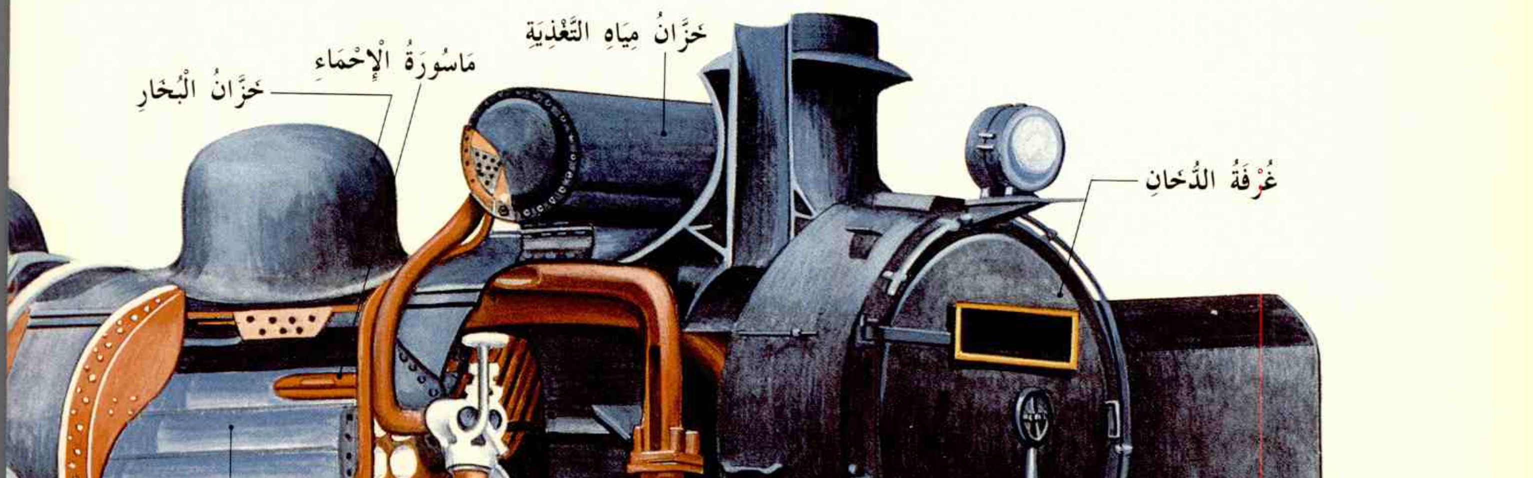


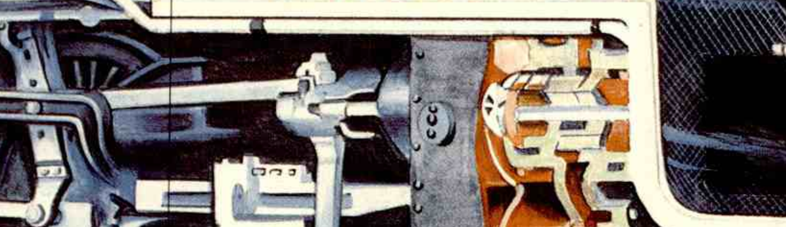


أَوَّلُ قَاطِرَةٍ سَارَتْ عَلَى الْخُطُوطِ الْحَدِيدِيَّةِ الْعَامَّةِ هِى «لُوكُومُوش» الَّتِى بُنِيَتْ فِى إِنْجِلْتِرَا عَامَ ١٨٢٥. وَلَمْ تَكُنْ عَمَلِيَّةً، فَلَمْ تَتَفَوَّقْ عَلَى الْقِطَارِ الَّذِى يَجُرُّهُ حِصَانٌ إِلَّا بِمُمَيِّزَاتٍ قَلِيلَةٍ.

كَيْفَ تَعمَلُ الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ ؟

تَسْتَخْدِمُ الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ طَاقَةَ الْبُخَارِ عَالِى الضَّغْطِ لِتَحْرِيكِ سِلْسِلَةٍ مِنَ الْكَبَّاسَاتِ الْمُتَّصِلَةِ مُبَاشَرَةً بِعَجلَاتِ الْقِطَارِ ، بِوَاسِطَةِ أَذْرُعِ تَوْصِيلٍ (أسفل). وَبَسَاطَةُ تَصْمِيمِهَا وَوَاقِعِيَّتُهَا الْعَمَلِيَّةُ جَعلَتَاهَا الْأَكْثَرَ اسْتِعْمَالًا خِلَالَ الْفَتْرَةِ الْمُمتَدَّةِ مِن اخْتِرَاعِ الْقَاطِرَاتِ الْأُولَى فِى بِدَايَةِ الْقَرْنِ التَّاسِعَ عَشَرَ وَحَتَّى بَعْدَ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ . وَمَازَالَتْ تُسْتَخْدَمُ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ فِى الْهِنْدِ وَالصِّينِ . وَلَكِنْ يُعَابُ عَلَيْهَا نَقْصُ الْكَفَاءَةِ ، لِأَنَّهُ — حَتَّى فِى أَفْضَلِ قَاطِرَةٍ بُخَارِيَّةٍ — يَتَحَوَّلُ فَقَطْ حَوَالَى ٦٪ مِن الطَّاقَةِ النَّاتِجَةِ عَن احْتِرَاقِ الْفَحْمِ إِلَى حَرَكَةٍ .

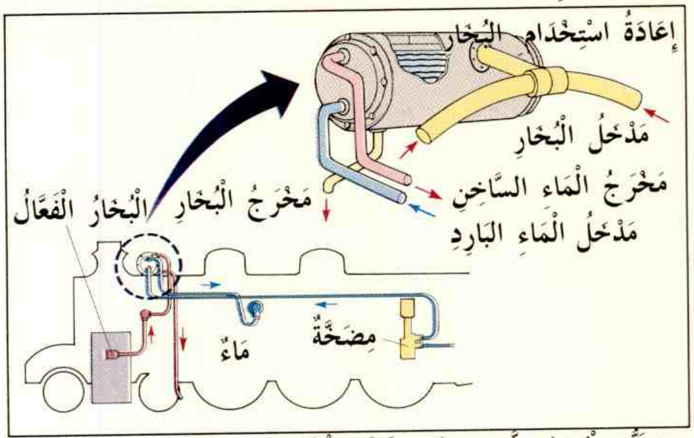




الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ

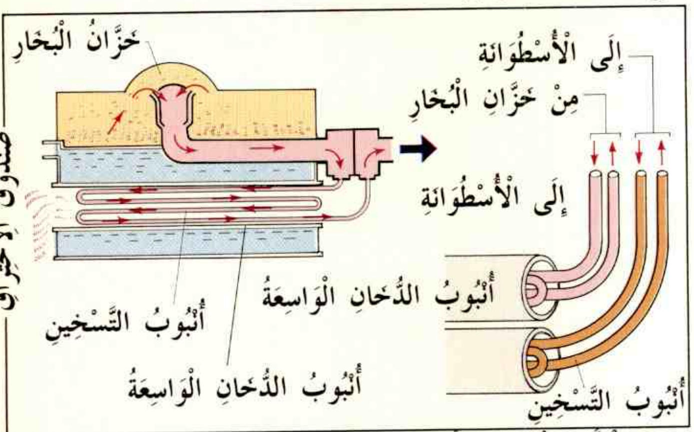
فِى الْقَاطِرَاتِ الْبُخَارِيَّةِ الْحَدِيثَةِ ، تَتِمُّ تَغْذِيَةُ صُنْدُوقِ الِاحْتِرَاقِ ذَاتِيًّا بِالْفَحْمِ مِنْ عَرَبَةِ الْفَحْمِ ، وَيَحْتَرِقُ الْفَحْمُ عِنْدَ حَوَالَى ١٤٠٠°م . أَمَّا الْمَاءُ الْمَخزَّنُ فِى نَفْسِ الْعَرَبَةِ ، فَيُسَخَّنُ مَرَّتَيْنِ فِى الْغَلَّايَةِ لِيَتَحوَّلَ إِلَى بُخَارٍ مُرْتَفِعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ وَالضَّغْطِ . ثُمَّ يَمُرُّ خِلَالَ الْأُسْطُوَانَاتِ ، فَيُحَرِّكُ الْكَبَّاسَاتِ وَتَدُورُ عَجَلَاتُ التَّدْوِيرِ . وَيَتَكَثَّفُ بَعْضُ الْبُخَارِ إِلَى مَاءٍ يَعُودُ لِلْغَلَّايَةِ ، أَمَّا بَاقِى الْبُخَارِ فَيَنْدَفِعُ مِن الْمِدْخَنَةِ .

الْاحْتِفَاظُ بِالْحَرَارَةِ

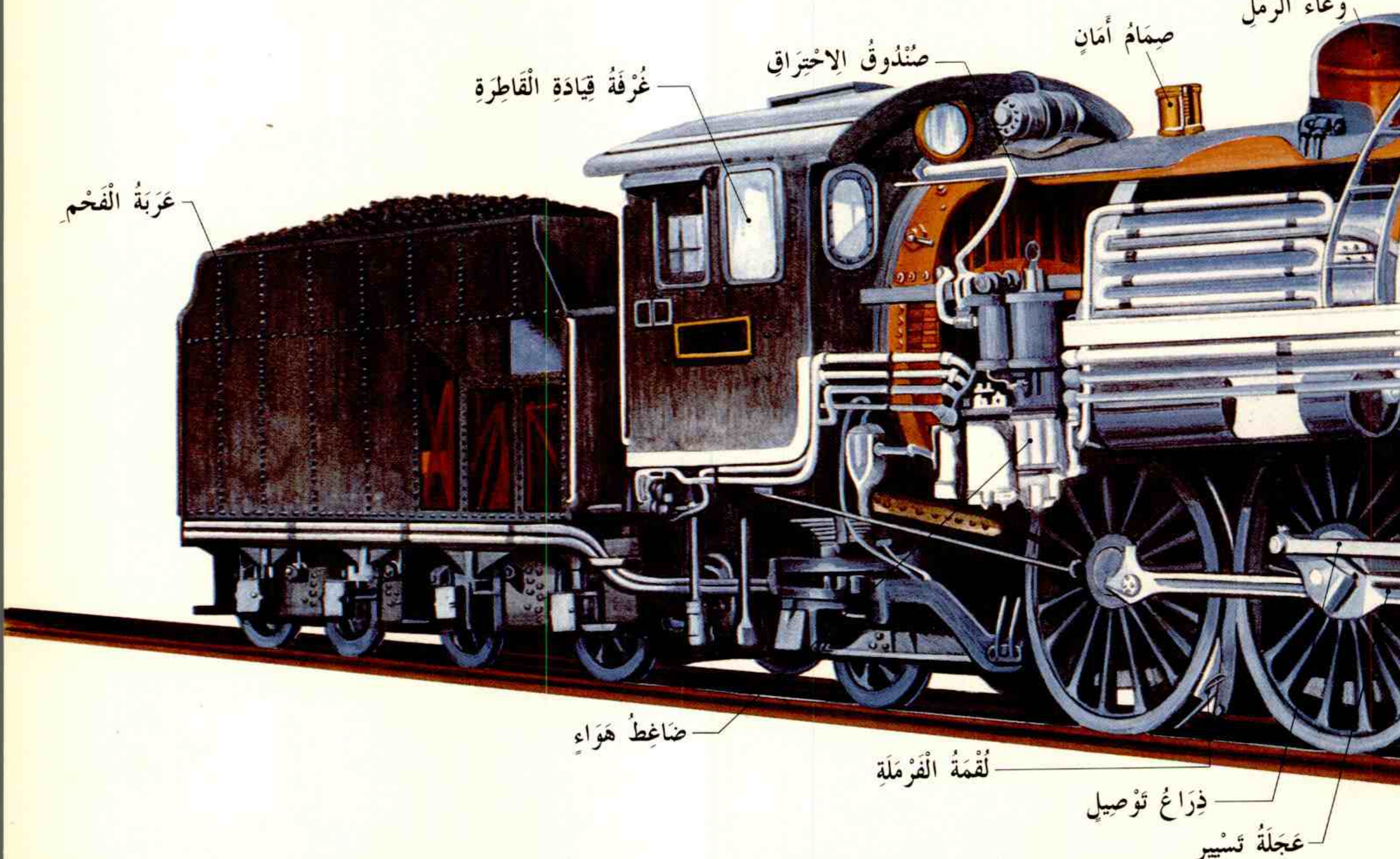


يَظَلُّ الْبُخَارُ الَّذِى مَرَّ خِلَالَ الْكَبَّاسَاتِ سَاخِنًا . وَفِى بَعْضِ الْقِطَارَاتِ ، يُسْتَخْدَمُ جُزْءٌ مِن الْبُخَارِ الْفَعَّالِ لِتَسْخِينِ الْمَاءِ الْبَارِدِ قَبْلَ إِدْخَالِهِ لِلْغَلَّايَةِ .

رَفْعُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ

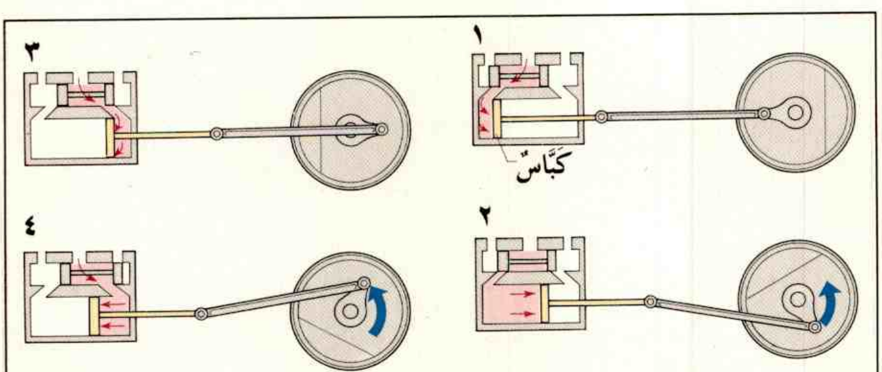


فِى الْغَلَّايَةِ الْمُزَوَّدَةِ بِأَنَابِيبَ لِلْمَاءِ ، يَدْخُلُ الْمَاءُ الدَّافِئُ إِلَى الْخَزَّانِ الْمُحِيطِ بِصُنْدُوقِ الِاحْتِرَاقِ فَيَتَحَوَّلُ إِلَى بُخَارٍ . ثُمَّ يَمُرُّ الْبُخَارُ خِلَالَ عِدَّةِ أَنَابِيبَ دَاخِلَ صُنْدُوقِ الِاحْتِرَاقِ.



كَبَّاسٌ يَعْمَلُ بِالْبُخَارِ

عِنْدَمَا يُفْتَحُ الصِّمَامُ الْأَيْسَرُ لِلْكَبَّاسِ ، فَإِنَّهُ يَسْمَحُ بِدُخُولِ الْبُخَارِ الْعَالِى الضَّغْطِ (شكل ١) ، الَّذِى يَدْفَعُ الْكَبَّاسَ إِلَى الْيَمِينِ وَيُدِيرُ الْعَجَلَةَ (شكل ٢). ثُمَّ يُغْلَقُ الصِّمَامُ الْأَيْسَرُ وَيُفْتَحُ الصِّمَامُ الْأَيْمَنُ ، فَيَسْمَحُ بِدُخُولِ الْبُخَارِ إِلَى الْجِهَةِ الْأُخْرَى مِن الْكَبَّاسِ (شكل ٣). وَهَذَا الْبُخَارُ يَدْفَعُ الْكَبَّاسَ إِلَى الرُّجُوعِ لِنُقْطَةِ الْبِدَايَةِ ، وَتُكْمِلُ الْعَجَلَةُ دَوْرَةً كَامِلَةً (شكل ٤).



مَا هِىَ مُمَيِّزَاتُ الْقِطَارِ الْفَاخِرِ؟

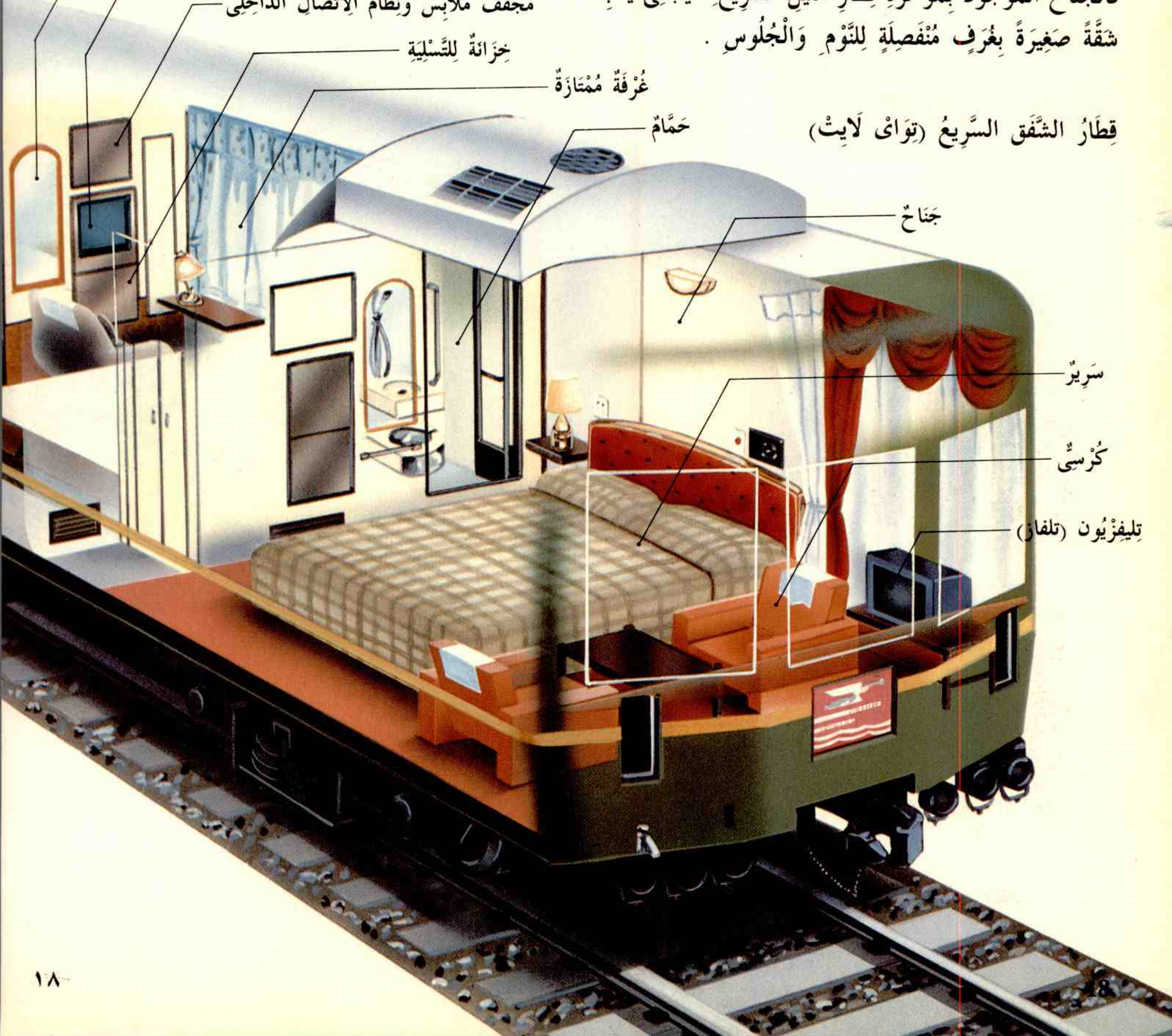
عَلَّقَ الْأَمْرِيكِيُّ جيمس ج . هيل مَلِكُ الْخُطُوطِ الْحَدِيدِيَّةِ قَائِلًا «إِنَّ قِطَارَاتِ الرُّكَّابِ لَيْسَتْ نَافِعَةً وَلَا تَرْفِيهِيَّةً ». وَمِنَ الْوَاضِحِ أَنَّهُ لَمْ يَرْكَبْ فِى حَيَاتِهِ قِطَارَ سَانْتَا مَارِيًّا الَّذِى بَنَتْهُ شَرِكَةُ بُولْمانْ لِلْمَقْصُورَاتِ ، وَعَرَضَتْهُ عَامَ ١٨٩٣ فِى مَعْرِضِ كُولُومْبِيا الْعَالَمِىِّ . وَبَعْدَ ذَلِكَ مُبَاشَرَةً ارْتَبَطَ اسْمُ جُورْج مُورْتِيمر بولمان بِالتَّرَفِ ، وَعُرِفَتِ الْقِطَارَاتُ الْأَمْرِيكِيَّةُ عَلَى مُسْتَوَى الْعَالَمِ بِمُمَيِّزَاتِهَا الْفَاخِرَةِ .

وَقِطَارَاتُ الْيَوْمِ الْفَاخِرَةُ مِثْلُ قِطَارِ الشَّرْقِ السَّرِيعِ الْأُورُوبِّى وَقِطَارِ الشَّفَقِ السَّرِيعِ الْيَابَانِىِّ (أسفل) ، تُعِيدُ إِلَى الْأَذْهَانِ جَوَّ الِارْتِيَاحِ الَّذِى صَاحَبَ الْأَيَّامَ الْمَجِيدَةَ لِإِنْشَاءِ خُطُوطِ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّةِ . فَأَبْسَطُ الْغُرَفِ مُجَهَّزَةٌ بِتِلِيفِزْيُونَاتٍ وَأَسْبَابِ الرَّاحَةِ الْأُخْرَى ، أَمَّا الْغُرَفُ الْفَاخِرَةُ فَهِىَ مُرِيحَةٌ وَتَتَمَتَّعُ بِالْخُصُوصِيَّةِ مِثْلَ غُرَفِ الْفَنَادِقِ رَفِيعَةِ الْمُسْتَوَى . فَالْجَنَاحُ الْمَوْجُودُ بِمُؤَخِّرَةِ قِطَارِ اللَّيْلِ السَّرِيعِ الْيَابَانِىِّ يُشْبِهُ شَقَّةً صَغِيرَةً بِغُرَفٍ مُنْفَصِلَةٍ لِلنَّوْمِ وَالْجُلُوسِ .



قِطَارُ الشَّفَقِ السَّرِيعُ الْيَابَانِىُّ يَسْتَعِدُّ لِمُغَادَرَةِ مَحَطَّةِ أُوسَاكَا . وَسَيَقْطَعُ فِى ٢١ سَاعَةً مَسَافَةَ الـ ٩٠٠ مِيلٍ حَتَّى سَابُورُو .

قِطَارُ الشَّفَقِ السَّرِيعُ (تَوَاىْ لَايْتْ)





الْغُرَفُ الْمُمتَازَةُ بِقِطَارِ الشَّفَقِ السَّرِيعِ بِهَا حَمَّامٌ وَتِلِيفِزْيُونٌ وَأَرِيكَةٌ يُمْكِنُ اسْتِخْدَامُهَا كَسَرِيرٍ .



يَتَكَوَّنُ الْجَناحُ مِنْ غُرْفَةِ نَوْمٍ وَحَمَّامٍ كَامِلٍ وَحُجْرَةٍ خَاصَّةٍ لِمُشَاهَدَةِ الْمَنَاظِرِ الْخَارِجِيَّةِ .



عَرَبَةُ الطَّعَامِ بِالْقِطَارِ الْفَاخِرِ مُجَهَّزَةٌ بِمَطْبَخٍ فَاخِرٍ .





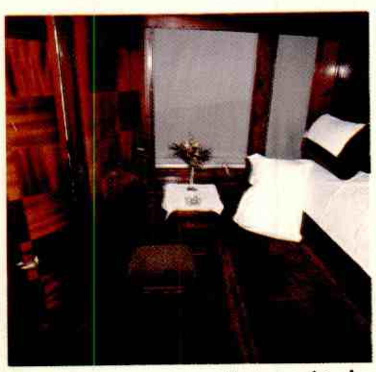
يَنْعَمُ الرُّكَّابُ بِالاسْتِرْخَاءِ فِى عَرَبَةِ الصَّالُونِ .



حَمَّامُ عَرَبَةِ الصَّالُونِ يَسْتَخْدِمُهُ غَيْرُ الْمُسَافِرِينَ فِى جَنَاحٍ .

قِطَارُ الشَّرْقِ السَّرِيعُ .

قَدْ يَكُونُ قِطَارُ أُورُوبَّا الْفَاخِرُ الْأَوَّلُ ــ قِطَارُ الشَّرْقِ السَّرِيعُ ــ هُوَ الْقِطَارُ الْأُسْطُورَةُ عَلَى مَرِّ ــ التَّارِيخِ . فَتَجْهِيزَاتُهُ عَلَى مُسْتَوَى تَجْهِيزَاتِ أَفْضَلِ فَنَادِقِ الدَّرَجَةِ الْأُولَى ، بِمَا يَحْوِيهِ مِنْ غُرَفٍ خَاصَّةٍ وَعَرَبَةٍ لِلْمَشْرُوبَاتِ وَعَرَبَةٍ لِلطَّعَامِ مُلْحَقَةٍ بِمَطْبَخٍ ٤ نُجُومٍ ، وَكُلُّهَا مُزَيَّنَةٌ بِدِيكُورَاتٍ فَخْمَةٍ .



غُرْفَةٌ خَاصَّةٌ



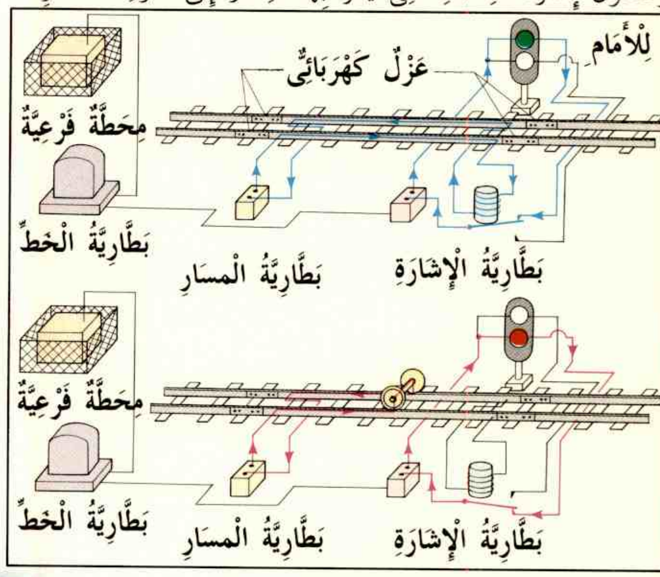
عَرَبَةُ الطَّعَامِ

كَيْفَ تُنَظِّمُ الْإِشَارَاتُ حَرَكَةَ الْقِطَارَاتِ؟

يَخْتلِفُ الْقِطَارُ عَنِ السَّيَّارَةِ أَوِ الشَّاحِنَةِ فِى أَنَّهُ لَا يَسْتَطِيعُ التَّوَقُّفَ بِسُرْعَةٍ عِنْدَمَا يَعْتَرِضُهُ قِطَارٌ آخَرُ أَبْطَأُ مِنْهُ عَلَى نَفْسِ الْقَضِيبِ . كَمَا أَنَّهُ لَا يَسْتَطِيعُ الِانْحِرَافَ عَنِ الطَّرِيقِ لِيَتَجَنَّبَ الِاصْطِدَامَ بِقِطَارٍ آخَرَ مُتَوَقِّفٍ فِى مَحَطَّةٍ أَمَامَهُ . وَلِتَجَنُّبِ اصْطِدَامِ الْقِطَارَاتِ الَّتِى تَسِيرُ عَلَى نَفْسِ الْقُضْبَانِ بِبَعْضِهَا الْبَعْضِ ، فَقَدِ ابْتَكَرَتِ السِّكَكُ الْحَدِيدِيَّةُ أَنْظِمَةً لِلْإِشَارَاتِ تَعْمَلُ كَأَجْهِزَةِ تَحْذِيرٍ مُبَكِّرٍ لِسَائِقِى الْقِطَارَاتِ .

إِشَارَاتُ الْمَجْمُوعَةِ الْأَمَامِيَّةِ

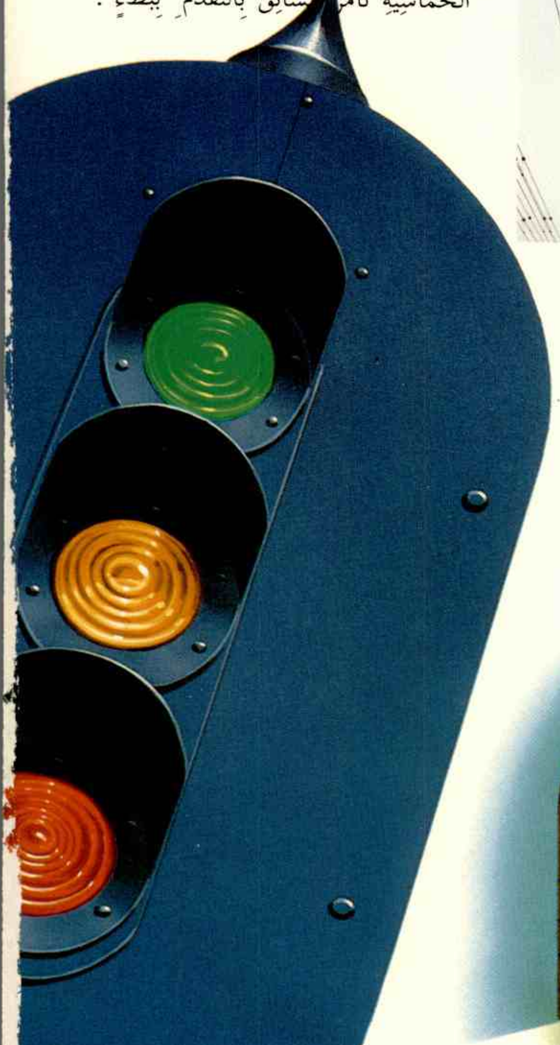
يُمَرَّرُ تَيَّارٌ كَهْرَبِىٌّ مِنْ بَطَّارِيَّةٍ فِى مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْقُضْبَانِ ، وَعِنْدَمَا يَصِلُ الْقِطَارُ إِلَى هَذَا الْجُزْءِ (أسفل) يَمُرُّ التَّيَّارُ فِى عَجَلَاتِهِ ، وَتَتَحَوَّلُ إِشَارَةُ الْمِنْطَقَةِ الَّتِى يَمُرُّ بِهَا الْقِطَارُ إِلَى اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ .

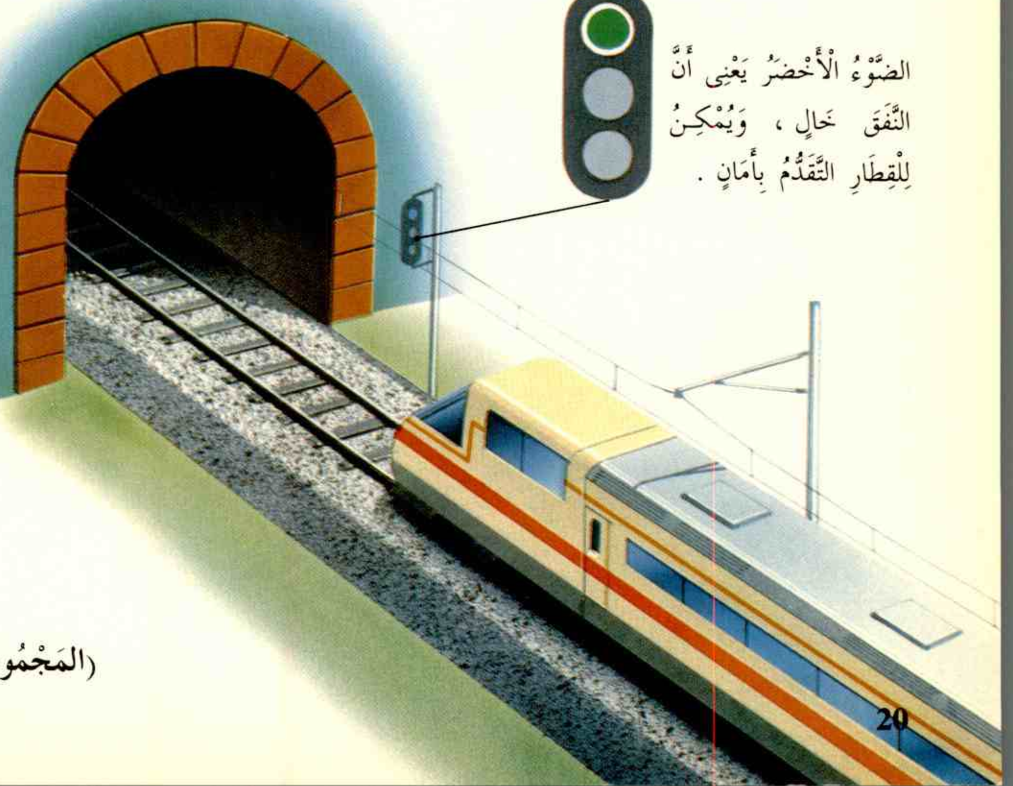


فَفِى بِدَايَةِ اسْتِخْدَامِ الْقِطَارَاتِ ، رُوعِىَ وُجُودُ مَسَافَاتٍ كَبِيرَةٍ بَيْنَ الْقِطَارَاتِ الْمُتَتَالِيَةِ تَأْمِينًا لِعَدَمِ الِاصْطِدَامِ . وَفِيمَا بَعْدُ ، أُسْتُخْدِمَ نِظَامُ الْمَسَافَةِ الْفَاصِلَةِ الْأَكْثَرُ أَمَانًا الَّذِى لَا يَسْمَحُ لِلْقِطَارِ بِدُخُولِ مِنْطَقَةٍ مُعَيَّنَةٍ إِلَّا إِذَا كَانَ الْقَضِيبُ خَالِيًا . وَكَانَتْ أَنْظِمَةُ الْإِشَارَاتِ الْبُدَائِيَّةِ عِبَارَةً عَنْ أَعْلَامٍ أَوْ مَصَابِيحَ مُضَاءَةٍ ، ثُمَّ أُسْتُبْدِلَتْ بِنِظَامِ الْأَضْوَاءِ الْمُلَوَّنَةِ الَّذِى مَا زَالَ يُسْتَخْدَمُ حَتَّى الْيَوْمِ . وَفِى عَامِ ١٨٧٢ أُسْتُخْدِمَ أَوَّلُ نِظَامٍ لِإِيقَافِ الْقِطَارَاتِ ذَاتِيًّا ، وَهُوَ عِبَارَةٌ عَنْ تَحْذِيرٍ أَوْ إِشَارَةٍ تُشَغِّلُ فَرَامِلَ الْقِطَارِ حَتَّى لَوْ كَانَ السَّائِقُ يَغُطُّ فِى النَّوْمِ .



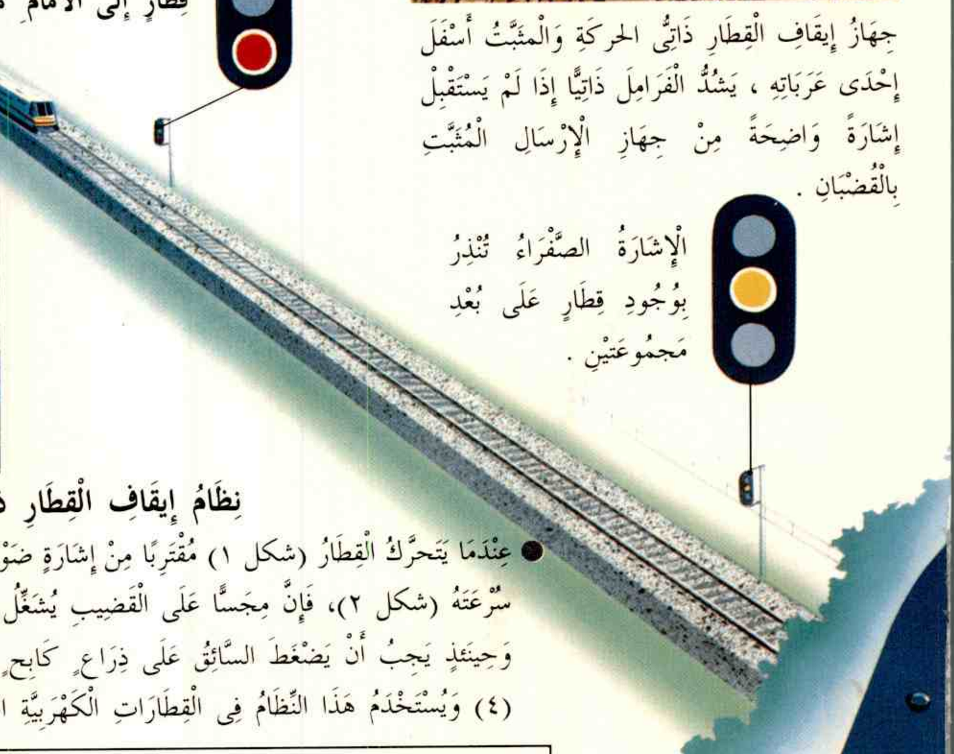
الْإِشَارَةُ الصَّفْرَاءُ (يمين) فِى هَذِهِ الْإِشَارَةِ الْخُمَاسِيَّةِ تَأْمُرُ السَّائِقَ بِالتَّقَدُّمِ بِبُطْءٍ .

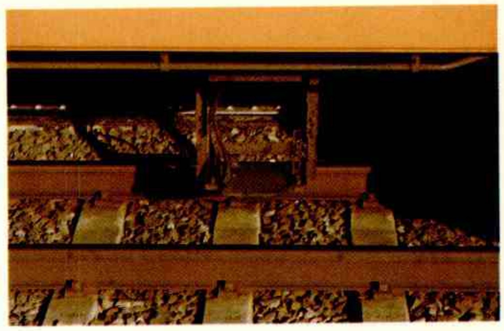




الضَّوْءُ الْأَخْضَرُ يَعْنِى أَنَّ النَّفَقَ خَالٍ ، وَيُمْكِنُ لِلْقِطَارِ التَّقَدُّمُ بِأَمَانٍ .

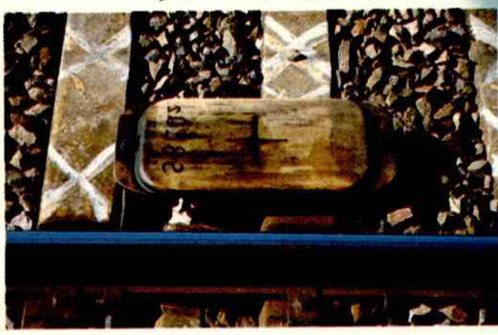
(الْمَجْمُوعَةُ = الْمَسَافَةُ بَيْنَ لِحَامَيْنِ)





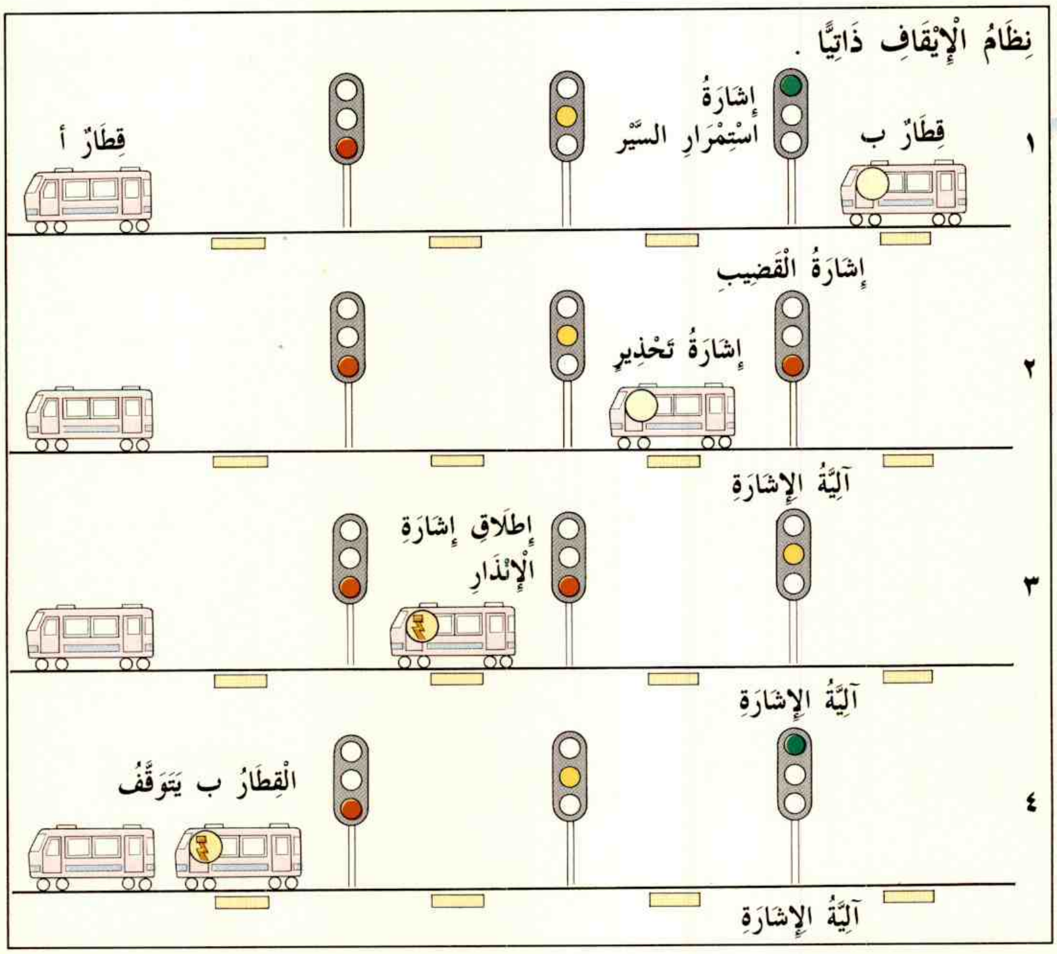
جِهَازُ إِيقَافِ الْقِطَارِ ذَاتِىُّ الحَرَكَةِ وَالْمُثَبَّتُ أَسْفَلَ إِحْدَى عَرَبَاتِهِ ، يَشُدُّ الْفَرَامِلَ ذَاتِيًّا إِذَا لَمْ يَسْتَقْبِلْ إِشَارَةً وَاضِحَةً مِنْ جِهَازِ الْإِرْسَالِ الْمُثَبَّتِ بِالْقُضْبَانِ .

جِهَازُ إِرْسَالٍ مُتَّصِلٌ بِالْقُضْبَانِ .



نِظَامُ إِيقَافِ الْقِطَارِ ذاتيا (ATS)

● عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ الْقِطَارُ (شكل ١) مُقْتَرِبًا مِنْ إِشَارَةٍ ضَوْئِيَّةٍ صَفْرَاءَ أَوْ حَمْرَاءَ دُونَ أَنْ يَتَوَقَّفَ أَوْ يُبْطِئَ سُرْعَتَهُ (شكل ٢)، فَإِنَّ مِجَسًّا عَلَى الْقَضِيبِ يُشَغِّلُ جِهَازَ إِنْذَارٍ بِعَرَبَةِ قِيَادَةِ الْقِطَارِ (شكل ٣) . وَحِينَئِذٍ يَجِبُ أَنْ يَضْغَطَ السَّائِقُ عَلَى ذِرَاعٍ كَابِحٍ ، وَإِلَّا سَيَقُومُ النِّظَامُ الذَّاتِىُّ بِتَشْغِيلِ الْفَرَامِلِ (٤) وَيُسْتَخْدَمُ هَذَا النِّظَامُ فِى الْقِطَارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ النَّفَقِيَّةِ وَفِى الْأَمَاكِنِ كَثِيفَةِ الْمُرُورِ .



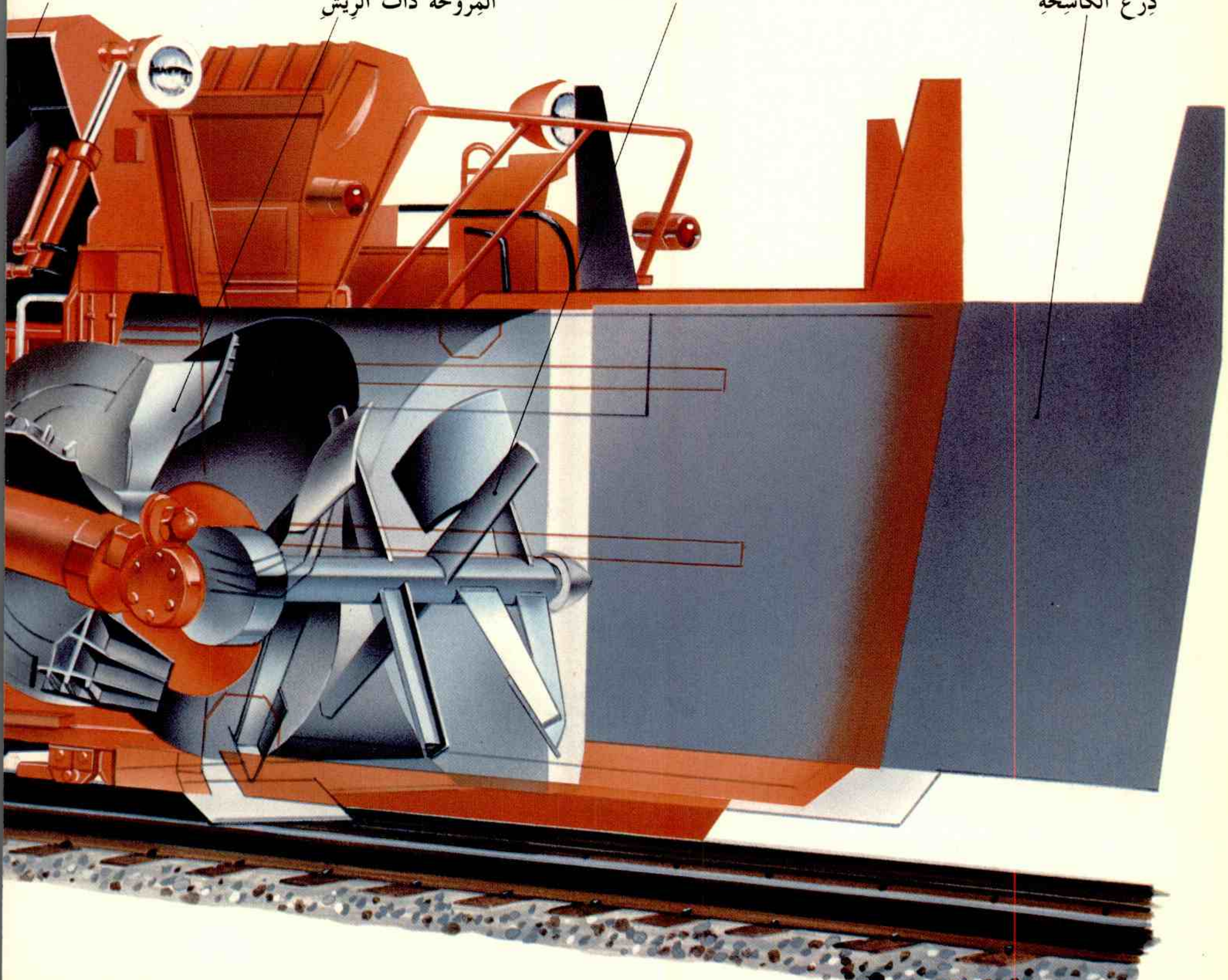
مَا هُوَ عَمَلُ قَاطِرَةِ كَسْحِ الثَّلْجِ (مِحْرَاثُ الثَّلْجِ) ؟

قَدْ تَتَوَقَّفُ حَرَكَةُ الْقِطَارَاتِ عِنْدَمَا تُدْفَنُ قُضْبَانُ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّةِ تَحْتَ الثُّلُوجِ الْكَثِيفَةِ . وَحَيْثُ تَكُونُ الثُّلُوجُ شَائِعَةً ، تُوجَدُ قَاطِرَاتٌ مُجَهَّزَةٌ خِصِّيصًا لِلْعَمَلِ كَكَاسِحَاتٍ لِلثَّلْجِ ، فَتُزِيحُهُ بَعِيدًا عَنِ الْقُضْبَانِ لِتَأْمِينِ اسْتِمْرَارِ سَيْرِ الْقِطَارَاتِ عَلَيْهَا . فَمَثَلًا كَاسِحَةُ جُورْدَان الْأَحَادِيَّةُ الْمِرْوَحَةِ ، وَكَاسِحَةُ رَسل الثُّنَائِيَّةُ الْمِرْوَحَةِ ، لَاتَسْتَخْدِمَانِ إِلَّا طَاقَةَ الْقَاطِرَةِ فَقَطْ لِإِزَاحَةِ الثُّلُوجِ . وَفِى الْمَنَاطِقِ الَّتى تَتَسَاقَطُ عَلَيْهَا الثُّلُوجُ بِغَزَارَةٍ ــ مِثْل رُوسْيَا وَاسْكَانْدِينَافِيَا وَشَمَالِ الْيَابَانِ وَجِبَالِ أَمْرِيكَا ــ تُسْتَخْدَمُ لِإِزَاحَةِ الثُّلُوجِ كَاسِحَاتُ الثَّلْجِ الْكَهْرَبَائِيَّةُ أَوِ الدِّيزِل ، الْمُزَوَّدَةِ بِمَرَاوِحَ سَرِيعَةِ الدَّوَرَانِ .



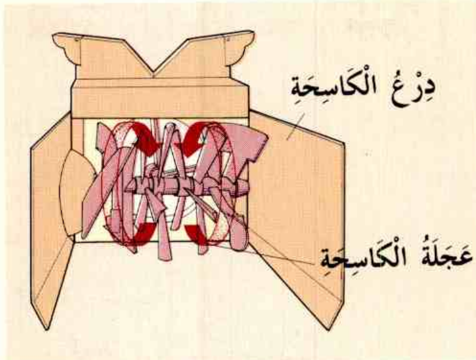
تُثِيرُ عَجَلَةُ الْكَاسِحَةِ الْقَوِيَّةُ زُوْبَعَةً تُشْبِهُ الرِّيشَ الْأَبْيَضَ اللَّامِعَ ، أَثْنَاءَ إِزَاحَةِ الثُّلُوجِ بَعِيدًا عَنِ الْقُضْبَانِ .

كَاسِحَةُ الثَّلْجِ الدَّوَّارَةُ

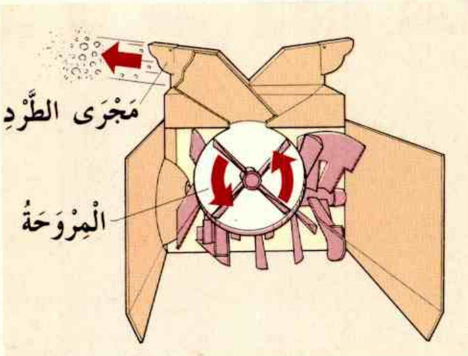


كَيْفَ يَعْمَلُ عَجَلَةُ الْكَاسِحَةِ ؟

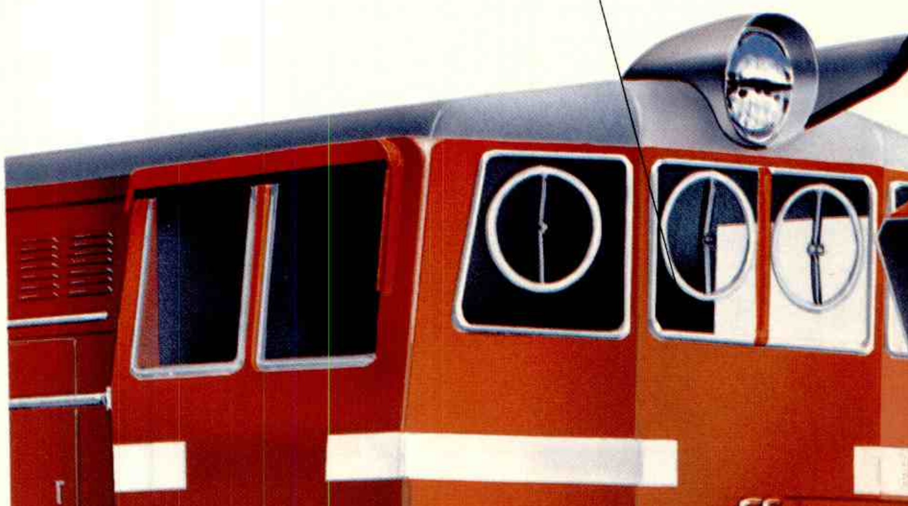
تَبْدُو كَاسِحَةُ الثَّلْجِ الدَّوَّارَةُ كَأَنَّهَا نَافِخُ ثَلْجٍ عِمْلَاقٌ . فَدُرُوعُهَا تَكْشِطُ الثُّلُوجَ مِنْ عَلَى جَانِبَى الْمَسَارِ ، وَتَضَعُهَا فِى الْمَسَافَةِ الْفَاصِلَةِ بَيْنَ الْقَضِيبَيْنِ . ثُمَّ تَكْنُسُ الْمِرْوَحَةُ الدَّوَّارَةُ الثُّلُوجَ إِلَى دَاخِلِ الْكَاسِحَةِ ، ثُمَّ تَدْفَعُهَا إِلَى الْخَارِجِ مِنْ مَجْرَى طَرْدِ الثُّلُوجِ .



تَجْمَعُ الدُّرُوعُ الثُّلُوجَ فِى اتِّجَاهِ رِيشِ الْمِرْوَحَةِ الدَّوَّارَةِ .



تُطْرَدُ الثُّلُوجُ مِنْ مَجْرَى الطَّرْدِ إِلَى الْمِنْطَقَةِ الْمجَاوِرَةِ لِلْقُضْبَانِ .





تَتْرُكُ الْكَاسِحَةُ الْقُضْبَانَ نَظِيفَةً بَعْدَ الِانْتِهَاءِ مِنَ الْكَسْحِ ، وَبِذَلِكَ تَتَمَكَّنُ الْقِطَارَاتُ الْعَادِيَّةُ مِنَ الْمُرُورِ فِى الْمناطِقِ الْمكْسُوَّةِ بِالثُّلُوجِ .

أَنْوَاعٌ أُخْرَى مِنْ كَاسِحَاتِ الثُّلُوجِ

تُسْتَخْدَمُ كَاسِحَاتُ الثُّلُوجِ الْبَسِيطَةُ فِى أَمَاكِنِ التَّسَاقُطِ الْخَفِيفِ لِلثُّلُوجِ . وَيَعْتَمِدُ عَمَلُهَا عَلَى قُوَّةِ دَفْعِ الْقَاطِرَةِ لِإِزَاحَةِ الثُّلُوجِ .



كَاسِحَةُ «رَسل» تَجْرُفُ الثُّلُوجَ إِلَى الْجَانِبَيْنِ .

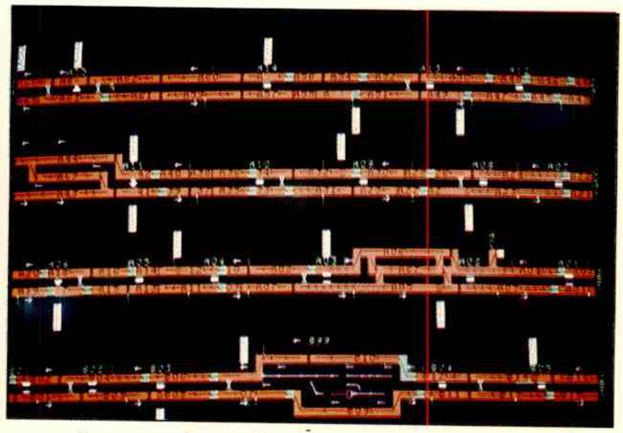


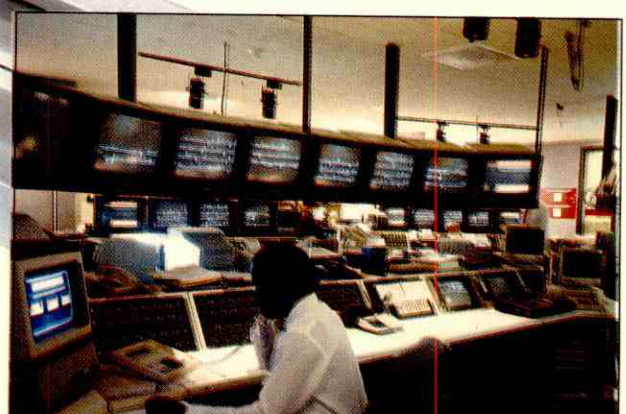
كَاسِحَةُ جُورْدَان تَعْمَلُ كَمِجْرَفَةٍ لِلثُّلُوجِ .

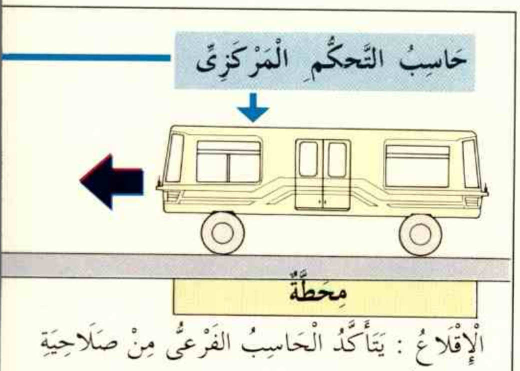
مَا هُوَ الْقِطَارُ ذَاتِىُّ الْحَرَكَةِ (الأُوتُومَاتِىُّ) ؟

تَنْقُلُ الْقِطَارَاتُ التَّنَاوُبِيَّةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ الْمُوَجَّهَةُ بِالْحَاسِبِ الآلِىِّ – يَوْمِيًّا – مَلَايِينَ الرُّكَّابِ فِى مُدُنٍ عَدِيدَةٍ بِأَنْحَاءِ الْعَالَمِ . وَرَغْمَ أَنَّ مُعْظَمَهَا يُدِيرُهَا أَفْرَادٌ ، إِلَّا أَنَّ ذَلِكَ لَا يَتِمُّ إِلَّا بِمُسَاعَدَةِ الْحَاسِبِ لِضَمَانِ السُّرْعَةِ وَالسَّلَامَةِ . وَيُسَيِّرُ الْحَاسِبُ أَيْضًا الْقِطَارَاتِ فِى قَلِيلٍ مِنْ أَنْظِمَةِ السِّكَكِ الْحَدِيدِيَّةِ ، كَمَا فِى نِظَامِ النَّقْلِ السَّرِيعِ فِى مِنْطَقَةِ خَلِيجِ سَان فَرَانْسِيسْكُو وَفِى مَطَارِ دَالَاس فُورْت ورث فِى تِكْسَاس ، وَيُقْتَصَرُ دَوْرُ الْبَشَرِ عَلَى مُرَاقَبَةِ أَدَاءِ الْكُمْبِيُوتَر . وَفِى الْمُسْتَقْبَلِ ، قَدْ تُسَاعِدُ الْأَنْظِمَةُ الذَّاتِيَّةُ الْحَرَكَةُ الْكَامِلَةُ عَلَى تَخْفِيفِ حِدَّةِ الِازْدِحَامِ الَّذِى تُعَانِى مِنْهُ مُعْظَمُ الْمُدُنِ الْكُبْرَى .




شَاشَةٌ فِى غُرْفَةِ مُرَاقَبَةِ الْمِتْرُو بِوَاشِنْطُن ، يَظْهَرُ عَلَيْهَا الْمَسَارُ (برتقالى) وَالْقِطَارَاتُ (أبيض).

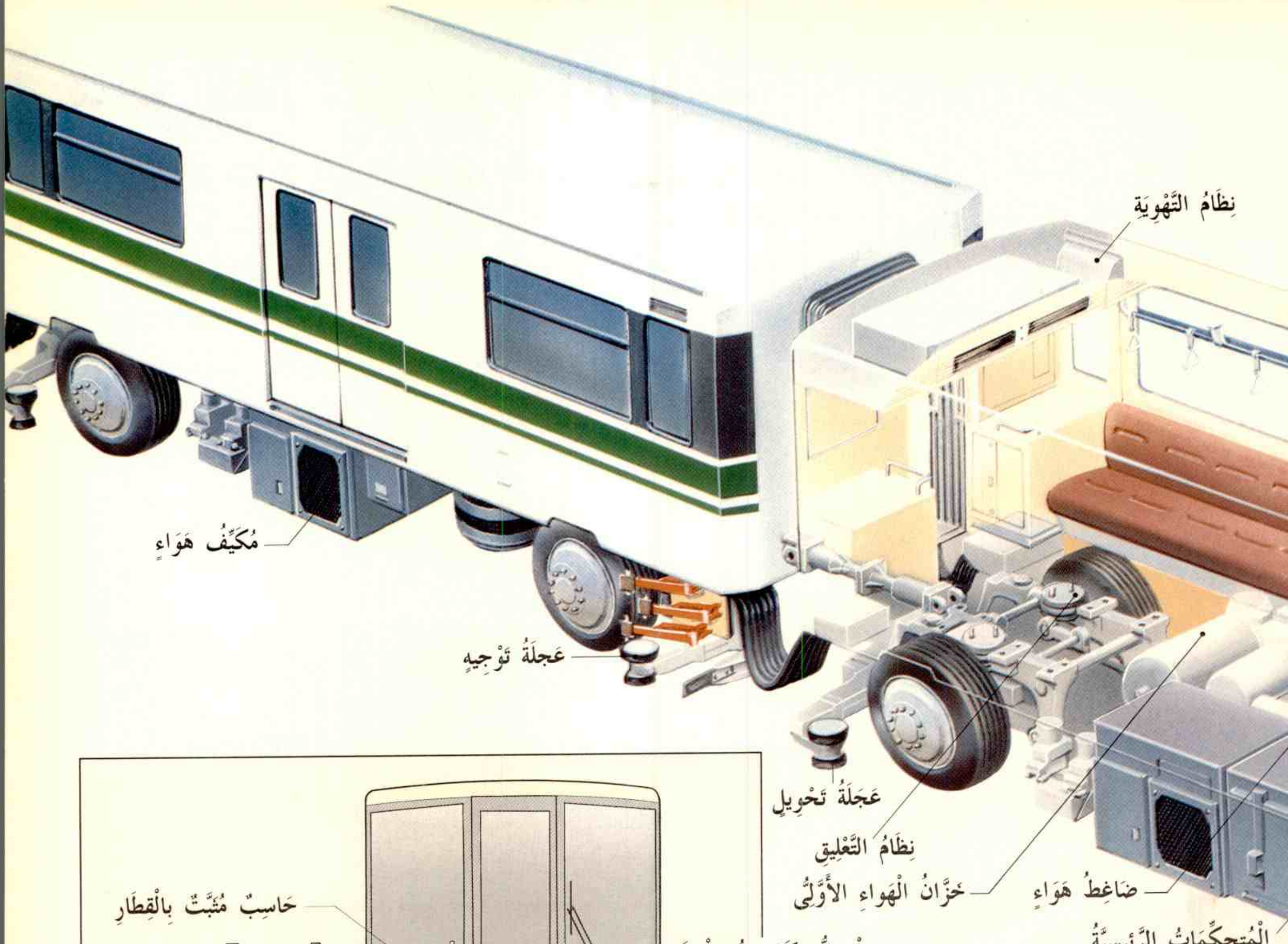

يُرَاقِبُ الْعَامِلُونَ بِغُرْفَةِ الْمُرَاقَبَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ حَرَكَةَ الْقِطَارَاتِ مِنْ خِلَالِ شَاشَاتِ حَاسِبٍ عُلْوِيَّةٍ .

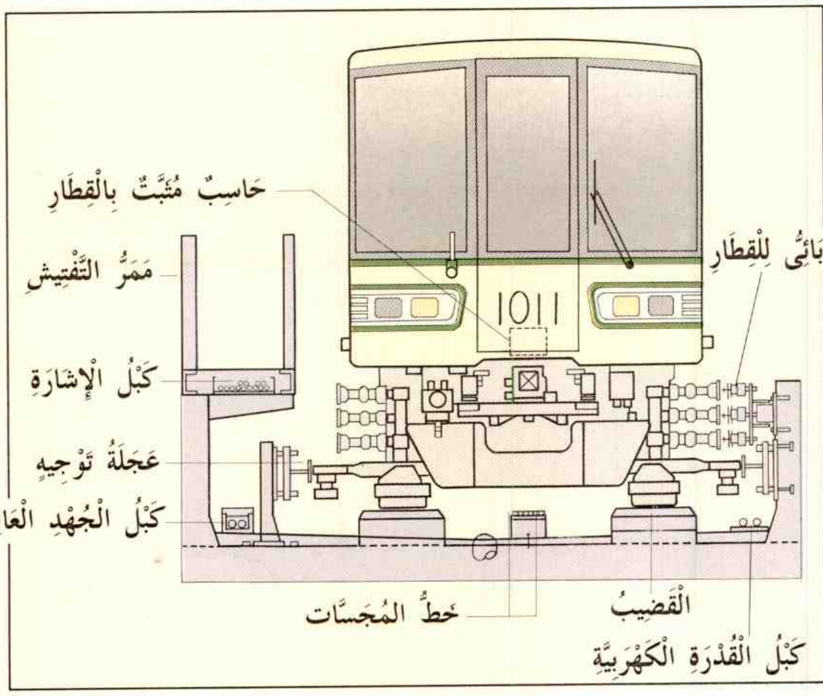


الْإِقْلَاعُ : يَتَأَكَّدُ الْحَاسِبُ الْفَرْعِىُّ مِنْ صَلَاحِيَةِ الْمَسَارِ لِلْمُرُورِ . وَعِنْدَ صَلَاحِيَّةِ الْمَسَارِ ، يُصْدِرُ إِشَارَةً لِلْحَاسِبِ الْمُثَبَّتِ بِالْقِطَارِ لِيَبْدَأَ السَّيْرَ .

نِظَامُ التَّشْغِيلِ التِّلْقَائِىِّ

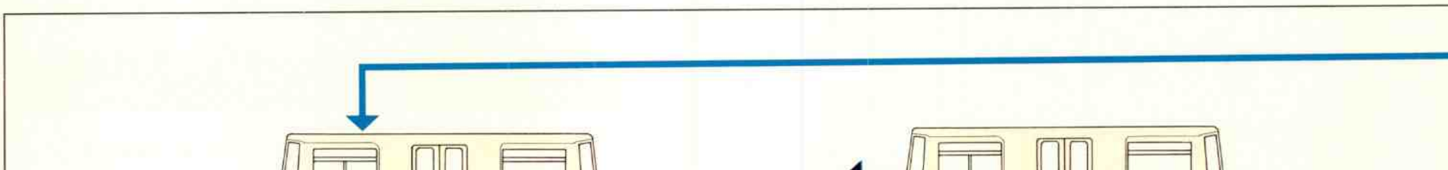
تُنَظِّمُ حَرَكَةَ الْقِطَارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ ثَلَاثَةُ أَنْوَاعٍ مِنَ الْحَاسِبَاتِ : لِلْإِقْلَاعِ ، وَالْإِيقَافِ ، وَالثَّالِثُ لِفَتْحِ الْأَبْوَابِ . وَيُتَابِعُ الْحَاسِبُ الرَّئِيسِىُّ جَدَاوِلَ الْقِطَارَاتِ بِتَمْرِيرِ الْمَعْلُومَاتِ إِلَى الْحَاسِبَاتِ الْفَرْعِيَّةِ الْمَوْجُودَةِ بِكُلِّ مَحَطَّةٍ ، وَالَّتِى تَقُومُ بِمُرَاقَبَةِ مَوْقِعِ الْقِطَارِ وَسُرْعَتِهِ وَإِصْدَارِ أَوَامِرِ التَّشْغِيلِ إِلَى الْحَاسِبِ الْمَوْجُودِ عَلَى مَتْنِ كُلِّ قِطَارٍ .





المَسارُ وَالْقِطَارُ

يَسْتَخْدِمُ الْقِطَارُ الذاتِىُّ الحركَةِ إطَارَاتٍ تَنْطَلِقُ عَلَى قُضْبَانٍ مُحاطَةٍ بِكَبْلاتٍ عَدِيدَةٍ : لِلْقُدْرَةِ وَالْحَاسِبِ وَالْقُضْبَانِ الْمُوَجِّهَةِ وَمَجَسَّاتِ مَوْقِعِ الْقِطَارِ (يسار). وَتَمْتَدُّ لاقِطَاتٌ — تَحْتَ جَانِبَىِ الْقِطَارِ — بِطُولِ الْخَطِّ الْكَهْرَبَائِىِّ لِلْمَسَارِ لإِمْدَادِ الْقِطَارِ بِالْقُدْرَةِ . وَتَدُورُ عَجَلاتُ الْقِطَارِ الْمُوَجِّهَةُ دَاخِلَ قَضِيبِ تَوْجِيهٍ يُحَافِظُ عَلَى ثَبَاتِ مَسَارِ الْقِطَارِ . وَتُرَاقِبُ أَجْهِزَةُ الْحَاسِبِ الْفَرْعِيَّةُ مَوْضِعَ الْقِطَارِ بِوَاسِطَةِ خطِّ الْمجَسَّاتِ .

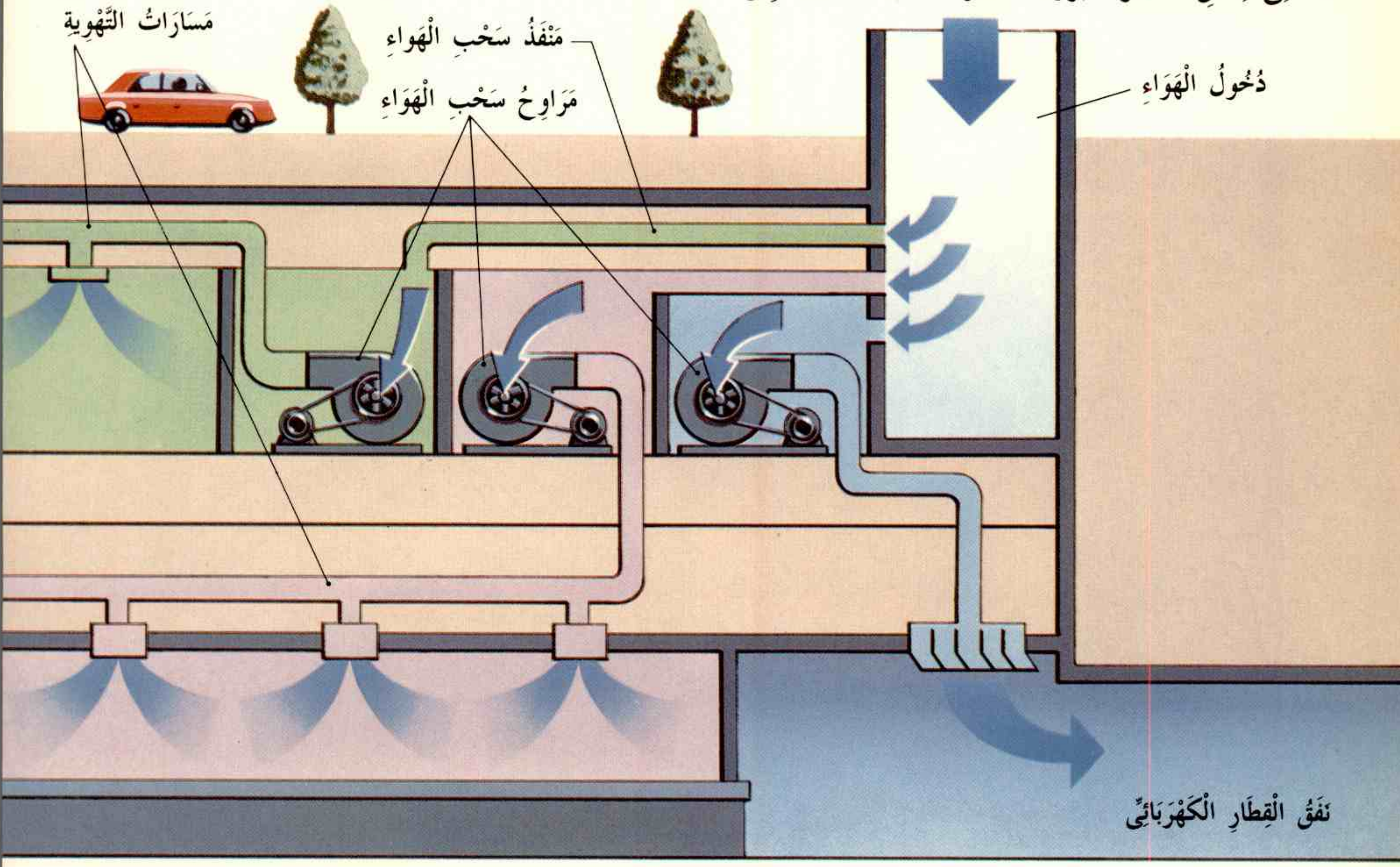


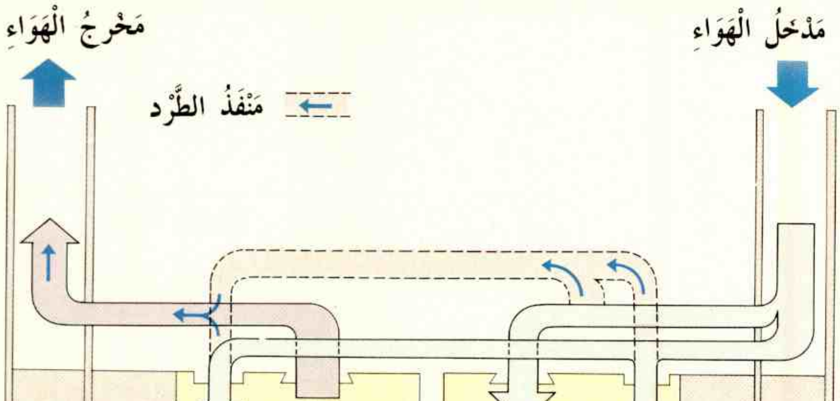
الإِيقَافُ : بِاقْتِرَابِ الْقِطَارِ مِنْ مَحطَّةٍ ، يَأْمُرُهُ الْحَاسِبُ الْفرعِىُّ بِإِبْطَاءِ السُّرْعَةِ تَدْرِيجِيًّا إِلَى أَنْ يَقِفَ عِنْدَ الْمحطَّةِ .

الأَبْوَابُ : بَعْدَ أَنْ تَتَأَكَّدَ أَجْهِزَةُ الْحَاسِبِ الْفَرْعِيَّةِ مِنْ تَوَقُّفِ الْقِطَارِ تمامًا ، تُعْطَى الإِشَارَةُ لِلأَبْوَابِ لِتُفْتَحَ .

كَيْفَ تَحْصُلُ الْأَنْفَاقُ عَلَى الْهَوَاءِ؟

تُزَوَّدُ مَحطَّاتُ الْأَنْفَاقِ بِالْمَرَاوِحِ وَفُتْحَاتِ التَّهْوِيَةِ حَتَّى لَا يَفْسُدَ هَوَاؤُهَا وَيَسْخُنَ (أسفل). فَيُوجَدُ بِهَا عِدَّةُ مَرَاوِحَ ضَخْمَةٍ تَسْحَبُ الْهَوَاءَ النَّقِيَّ مِنَ الْخَارِجِ إِلَى دَاخِلِ الْمَحطَّةِ مِنْ خِلَالِ فُتْحَاتٍ فِي مُسْتَوَى سَطْحِ الْأَرْضِ . وَبَيْنَمَا تَضُخُّ إِحْدَى الْمَرَاوِحِ الْهَوَاءَ النَّقِيَّ إِلَى الدَّوْرِ السُّفْلِيِّ لِلنَّفَقِ ، تَطْرُدُ مِرْوَحَةُ الطَّرْدِ الْهَوَاءَ الْفَاسِدَ إِلَى الْخَارِجِ مِنْ مَكَانٍ آخَرَ . وَيُضَخُّ الْهَوَاءُ النَّقِيُّ لِرَصِيفِ الِانْتِظَارِ بِوَاسِطَةِ مِرْوَحَةٍ ثَانِيَةٍ ، وَإِلَى دَاخِلِ النَّفَقِ بِمِرْوَحَةٍ ثَالِثَةٍ . وَيُسَاعِدُ انْدِفَاعُ الْقِطَارَاتِ إِلَى الْمَحطَّاتِ عَلَى التَّخَلُّصِ مِنَ الْهَوَاءِ الْفَاسِدِ الَّذِى يَمْلَأُ مِنْطَقَةَ الرَّصِيفِ وَالنَّفَقِ .





مَرَاوِحُ السَّحْبِ وَالطَّرْدِ

تُزَوَّدُ كُلُّ مَحطَّةِ أَنْفَاقٍ بِنِظَامِ تَهْوِيَةٍ سَاحِبٍ لِلْهَوَاءِ النَّقِيِّ مِنَ الْخَارِجِ ، وَآخَرَ طَارِدٍ لِلْهَوَاءِ الْفَاسِدِ (يسار). وَيَمُرُّ الْهَوَاءُ الْمَسْحُوبُ عَلَى مُرَشِّحٍ لِتَنْقِيَتِهِ قَبْلَ دُخُولِهِ الْمَحطَّةَ . وَيُزَوَّدُ مَنْفَذُ طَرْدِ الْهَوَاءِ بِكَاتِمِ صَوْتٍ لِتَقْلِيلِ حِدَّةِ الضَّجِيجِ النَّاتِجَةِ عَنْ مَرَاوِحِ الطَّرْدِ الضَّخْمَةِ . وَالْمَادَّةُ الْعَازِلَةُ الْمُبَطِّنَةُ لِمَنْفَذِ الطَّرْدِ تُقَلِّلُ الِاهْتِزَازَ مِمَّا يُسَاعِدُ عَلَى سُكُونِ نِظَامِ التَّهْوِيَةِ .



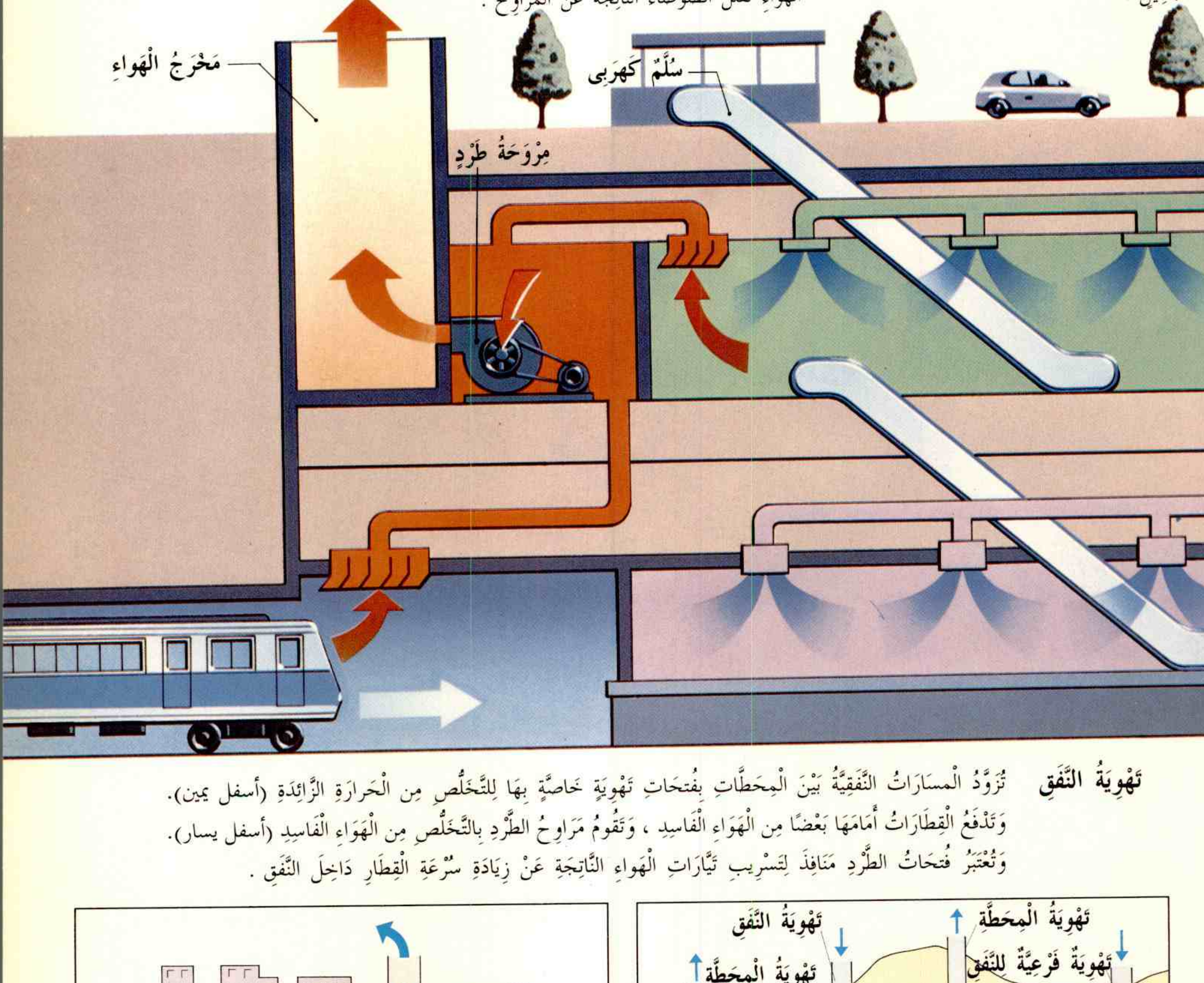
مَنْفَذُ سَحْبِ الْهَوَاءِ : وَيَظْهَرُ هُنَا فِى شَكْلِ مَبْنًى جَمِيلٍ .



نِظَامُ كَتْمِ الصَّوْتِ : الْحَوَائِطُ الْمَوْجُودَةُ بَيْنَ مَسَارَاتِ الْهَوَاءِ تُقَلِّلُ الضَّوْضَاءَ النَّاتِجَةَ عَنِ الْمَرَاوِحِ .

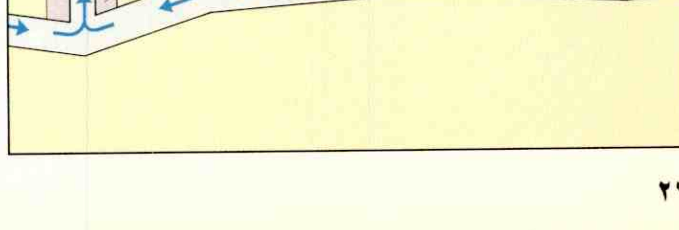


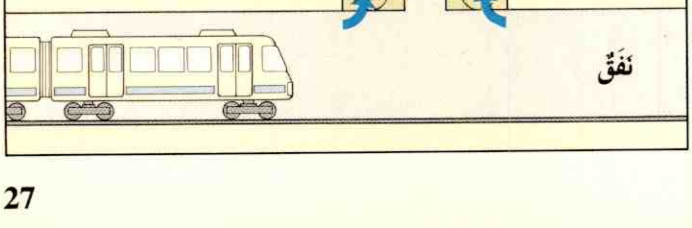
تَظْهَرُ هُنَا مَرَاوِحُ طَرْدٍ ضَخْمَةٌ فِى مَحطَّةٍ نَفَقِيَّةٍ .



تَهْوِيَةُ النَّفَقِ

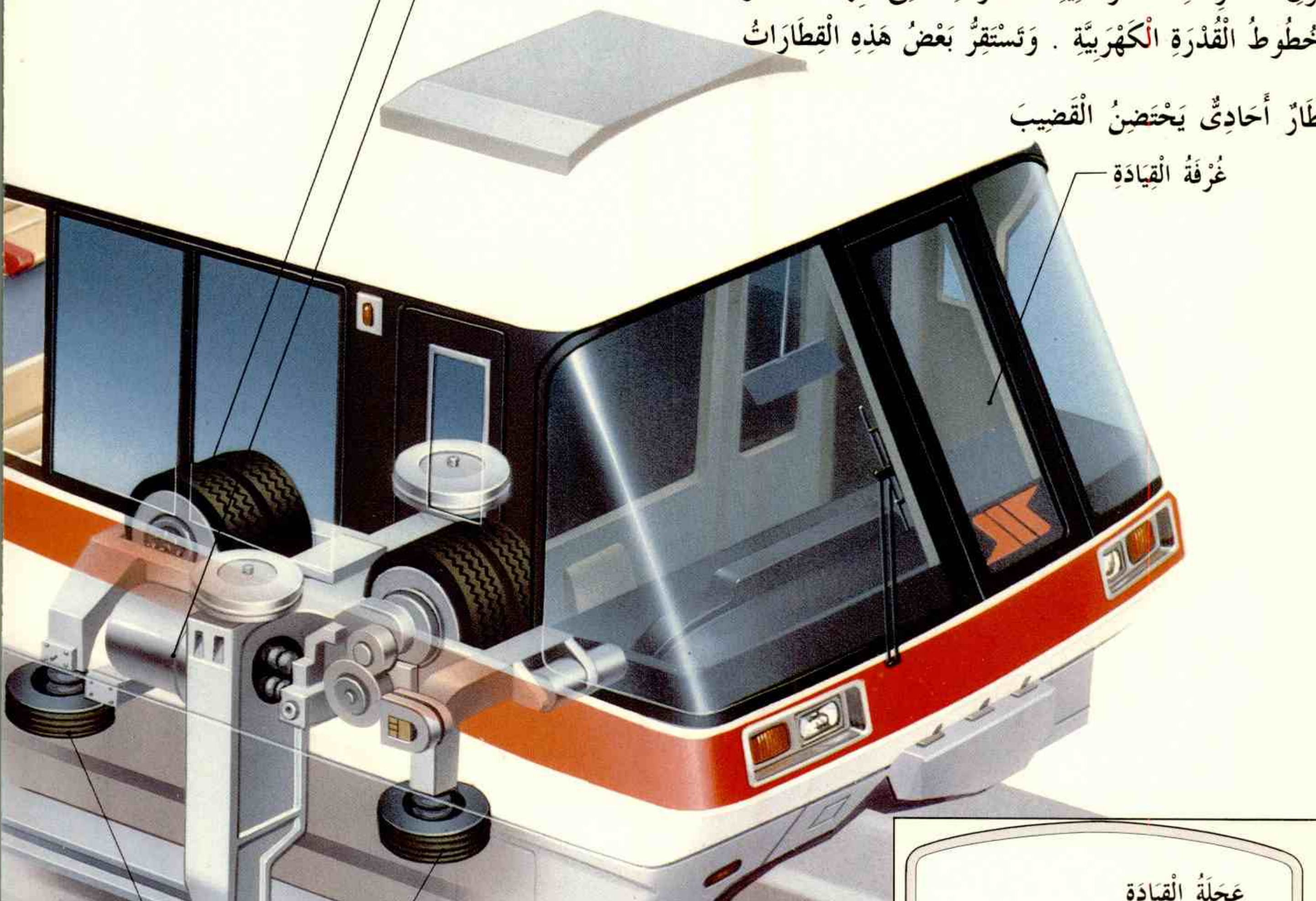
تُزَوَّدُ الْمسارَاتُ النَّفَقِيَّةُ بَيْنَ الْمحطَّاتِ بِفُتحاتِ تَهْوِيَةٍ خاصَّةٍ بِهَا لِلتَّخَلُّصِ مِن الْحرارَةِ الزَّائِدَةِ (أسفل يمين). وَتَدْفَعُ الْقِطارَاتُ أَمَامَهَا بَعْضًا مِن الْهَواءِ الْفَاسِدِ ، وَتَقُومُ مَراوِحُ الطَّرْدِ بِالتَّخَلُّصِ مِن الْهَوَاءِ الْفاسِدِ (أسفل يسار). وَتُعْتَبَرُ فُتحاتُ الطَّرْدِ مَنافِذَ لِتَسْرِيبِ تَيَّارَاتِ الْهَواءِ النَّاتِجَةِ عَنْ زِيَادَةِ سُرْعَةِ الْقِطَارِ دَاخِلَ النَّفَقِ .





كَيْفَ تَسِيرُ الْقِطَارَاتُ أَحَادِيَّةُ الْقَضِيبِ عَلَى قَضِيبٍ وَاحِدٍ؟

لَا تَسِيرُ كُلُّ أَنْوَاعِ الْقِطَارَاتِ عَلَى قَضِيبَيْنِ مُتَوَازِيَيْنِ ، فَالْقِطَارَاتُ أَحَادِيَّةُ الْقَضِيبِ الَّتِى تَنْزَلِقُ عَلَى أَوْ تَتَعَلَّقُ بِعَارِضَةٍ مُفْرَدَةٍ ، تَنْقُلُ الْبَضَائِعَ وَالرُّكَّابَ مُنْذُ عَامِ ١٨٢٤ . أَمَّا الْيَوْمَ ، فَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الْقِطَارَاتُ فِى الرِّحْلَاتِ الْيَوْمِيَّةِ وَالتَّنَزُّهِ فِى عَدِيدٍ مِنْ مُدُنِ الْعَالَمِ . وَيُوَجَّهُ هَذَا الْقِطَارُ بِوَاسِطَةِ عَجَلَاتٍ مِنَ الْمَطَّاطِ عَلَى طُولِ الْعَارِضَةِ الْخَرَسَانِيَّةِ الْمُفْرَدَةِ الَّتِى بِهَا الْمَسَارُ وَخُطُوطُ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ . وَتَسْتَقِرُّ بَعْضُ هَذِهِ الْقِطَارَاتِ عَلَى الْمَسَارِ مُحْتَضِنَةً إِيَّاهُ مِثْلَ سَرْجِ الْحِصَانِ (أسفل) . وَالْبَعْضُ الْآخَرُ يَتَدَلَّى مِنْ عَارِضَةٍ عُلْوِيَّةٍ تُشْبِهُ عَمُودَ مِصْبَاحٍ عِمْلَاقٍ . وَرَغْمَ أَنَّ الْقِطَارَاتِ الْأَحَادِيَّةَ تَشْغَلُ حَيِّزًا أَصْغَرَ مِنَ الْقِطَارَاتِ مُزْدَوَجَةِ الْقَضِيبِ ، إِلَّا أَنَّ بِنَاءَهَا أَكْثَرُ تَعْقِيدًا .



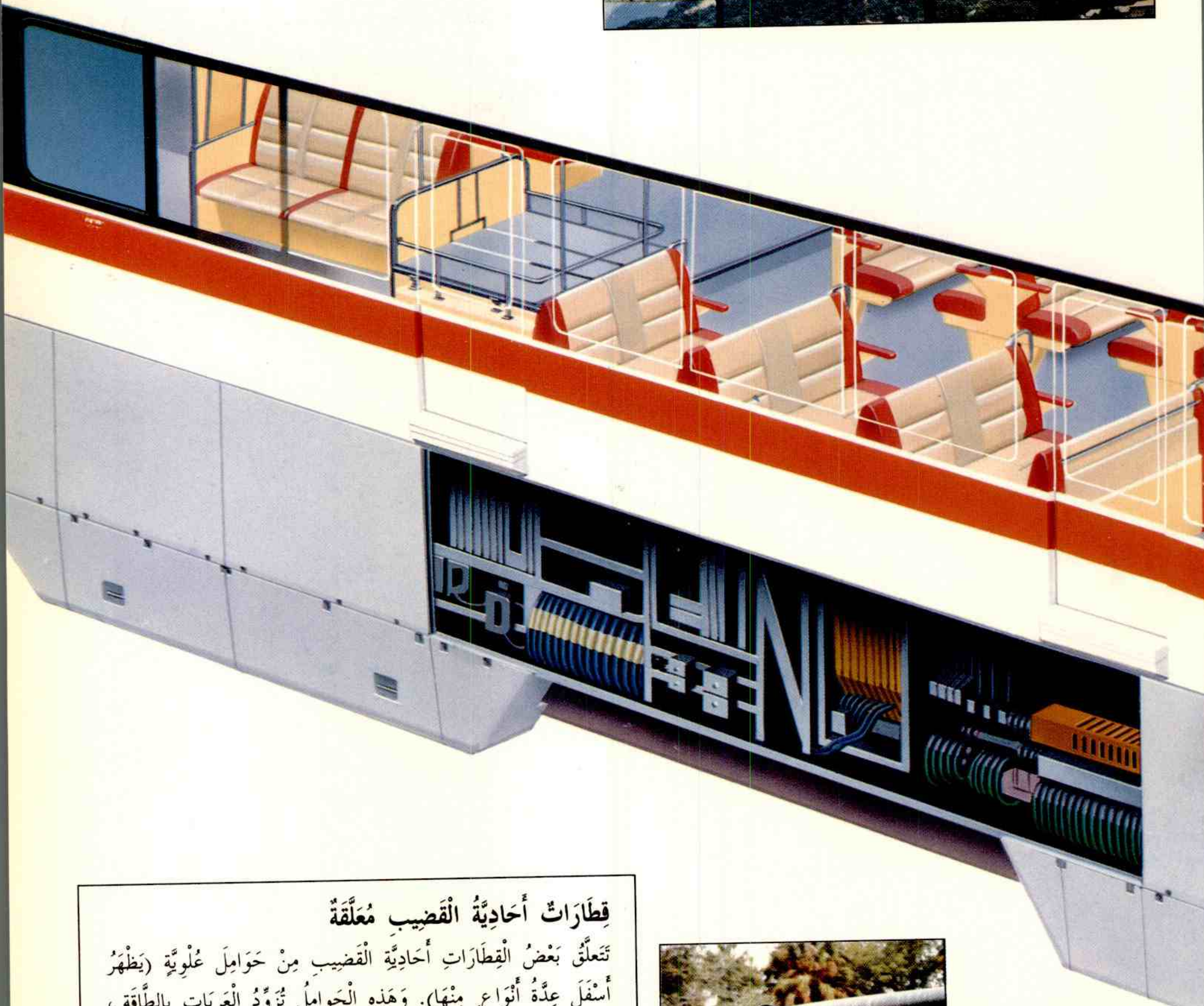
قِطَارٌ أَحَادِيٌّ يَحْتَضِنُ الْقَضِيبَ

مَقْطَعٌ عَرْضِيٌّ لِقِطَارٍ أَحَادِيِّ الْقَضِيبِ

يَدْعَمُ الْقِطَارَ عَلَى الْعَارِضَةِ أَزْوَاجٌ مِنَ الْعَجَلَاتِ الدَّوَّارَةِ . فَعَجَلَاتُ التَّوْجِيهِ الْعُلْوِيَّةُ وَالسُّفْلِيَّةُ تَحْفَظُ لِلْقِطَارِ تَوَازُنَهُ .

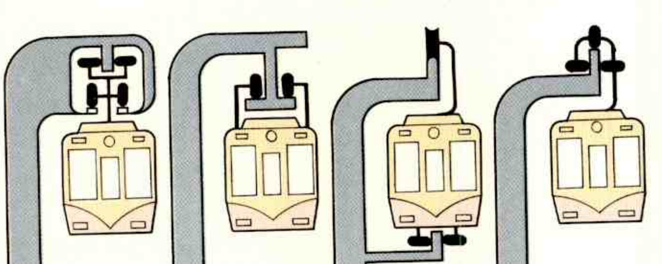


هَذَا قِطَارٌ أَحَادِىُّ الْقَضِيبِ عَادِىٌّ مِن النَّوْعِ الَّذِى يَحْتَضِنُ الْقَضِيبَ . وَيَتَكَوَّنُ مِن ١٨ عَرَبَةً ذَاتِيَّةَ الحركَةِ وَتَقْطَعُ ٣ أَمْيَالٍ دَاخِلَ شْتُوتْجَارت بِأَلْمَانْيَا .



قِطَارَاتٌ أَحَادِيَّةُ الْقَضِيبِ مُعَلَّقَةٌ

تَتعلَّقُ بَعْضُ الْقِطَارَاتِ أَحَادِيَّةِ الْقَضِيبِ مِنْ حَوَامِلَ عُلْوِيَّةٍ (يَظْهَرُ أَسْفَلَ عِدَّةُ أَنْوَاعٍ مِنْهَا). وَهَذِهِ الْحَوامِلُ تُزَوِّدُ الْعَرَبَاتِ بِالطَّاقَةِ ، وَتُسَاعِدُ عَجلَاتِ الْعَرَبَاتِ عَلَى الدَّوَرَانِ .

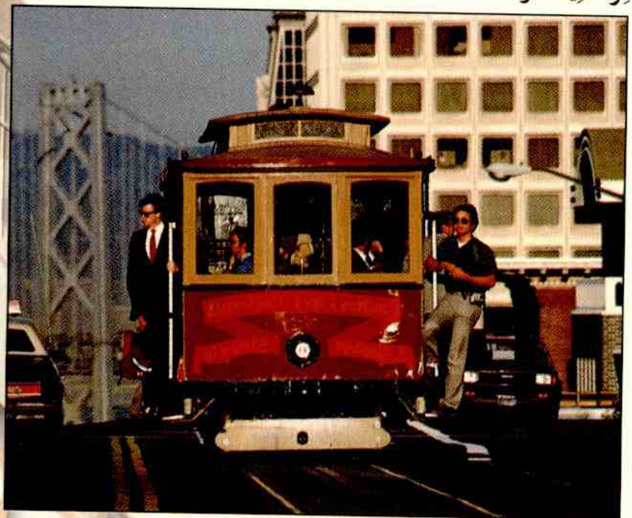




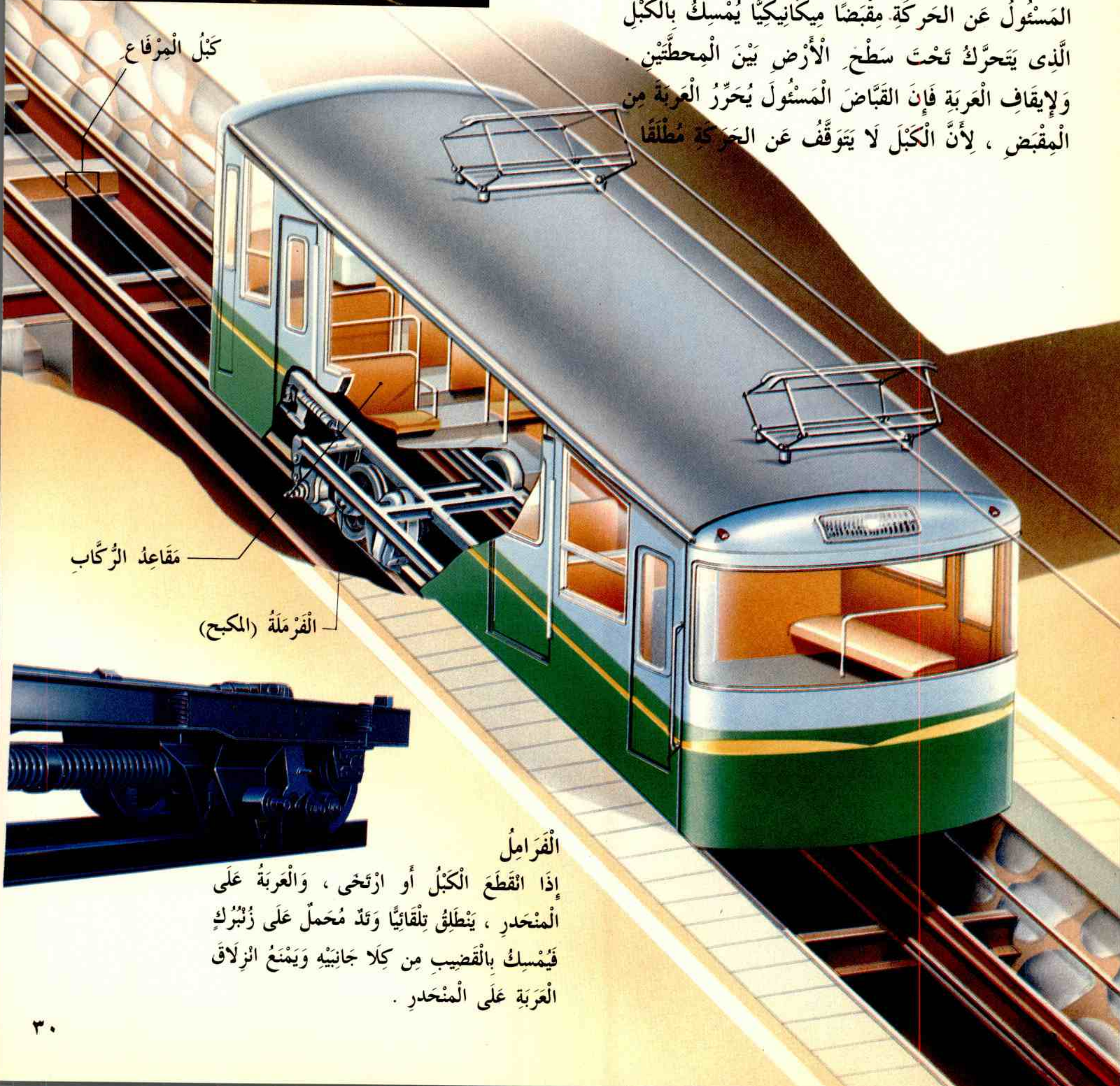
بُنِىَ هَذَا الْقِطَارُ أَحَادِىُّ الْقَضِيبِ الْمعلَّقُ عَامَ ١٩٨٦ . وَهُوَ يَعْمَلُ طَوَالَ الْعَامِ فِى حَدِيقَةِ حَيَوانٍ مَفْتُوحَةٍ فِى تَامْبَا بِفلُورِيدَا .

مَا هِىَ عَرَبَاتُ الْكَبْلِ ؟

تُسْتَخْدَمُ كُبُولٌ لِتَحْرِيكِ عَرَبَاتِ الْقِطَارِ بِأَمَانٍ ــ صُعُودًا وَهُبُوطًا ــ عِنْدَمَا تَكُونُ التِّلَالُ شَدِيدَةَ الِانْحِدَارِ وَيَصْعُبُ عَلَى الْقِطَارَاتِ الْعَادِيَّةِ صُعُودُهَا وَالْهُبُوطُ مِنْهَا . وَعَرَبَاتُ الْكَبْلِ الْحَدِيثَةُ تَنْقُلُ النَّاسَ صُعُودًا إِلَى الْجِبَالِ وَهُبُوطًا مِنْهَا ، وَكَذَلِكَ عَبْرَ الْمَمَرَّاتِ الْعَمِيقَةِ الضَّيِّقَةِ . وَبَعْضُهَا يَجْرِى عَلَى قُضْبَانٍ (يسار) وَالْبَعْضُ يُعَلَّقُ مِنْ كُبُولٍ هَوَائِيَّةٍ ، وَلَكِنَّهَا تُزَوَّدُ جَمِيعًا بِوَسِيلَةٍ مَا لِلْإِمْسَاكِ بِكَبْلٍ مُتَحَرِّكٍ يَجْرِى بَيْنَ مَحَطَّتَيْنِ . فَمَثَلًا فِى سَانِ فِرَانْسِيسْكُو ، يُشَغِّلُ الْقَبَّاضُ الْمَسْئُولُ عَنِ الْحَرَكَةِ مِقْبَضًا مِيكَانِيكِيًّا يُمْسِكُ بِالْكَبْلِ الَّذِى يَتَحَرَّكُ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ بَيْنَ الْمَحَطَّتَيْنِ . وَلِإِيقَافِ الْعَرَبَةِ فَإِنَّ الْقَبَّاضَ الْمَسْئُولَ يُحَرِّرُ الْعَرَبَةَ مِنَ الْمِقْبَضِ ، لِأَنَّ الْكَبْلَ لَا يَتَوَقَّفُ عَنِ الْحَرَكَةِ مُطْلَقًا

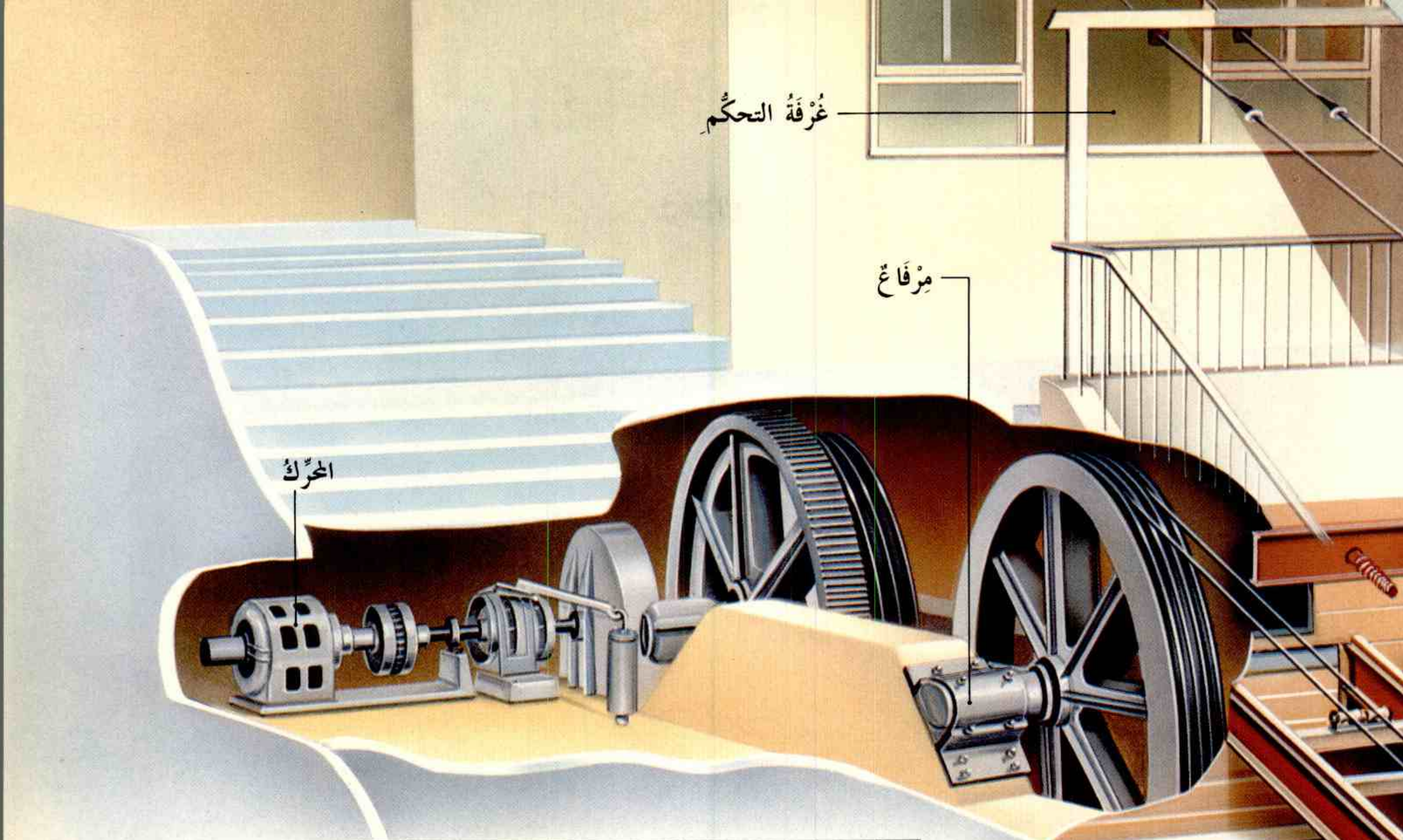


عَرَبَةُ كَبْلٍ تَقُومُ بِرِحْلَتِهَا الْيَوْمِيَّةِ صُعُودًا إِلَى تَلِّ سَانِ فِرَانْسِيسْكُو .



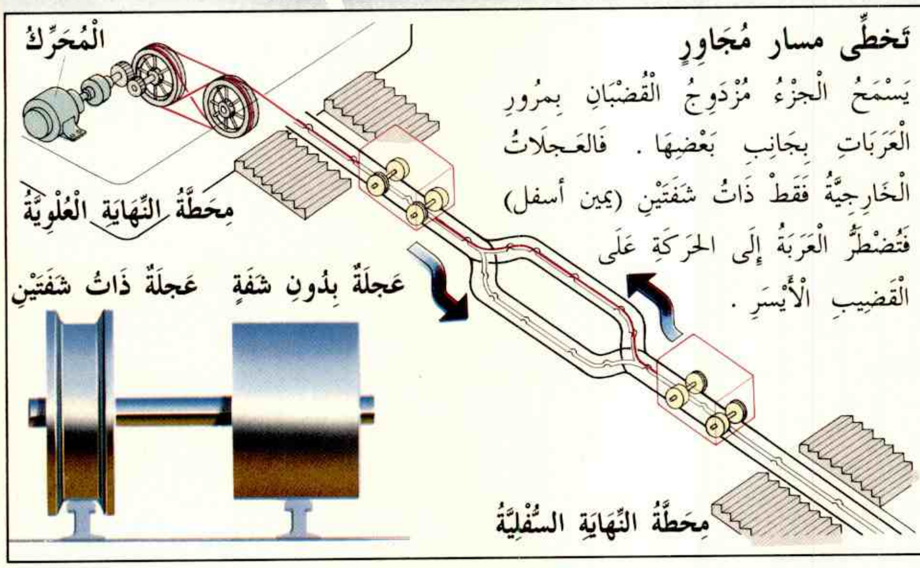
الْفَرَامِلُ

إِذَا انْقَطَعَ الْكَبْلُ أَوِ ارْتَخَى ، وَالْعَرَبَةُ عَلَى الْمُنْحَدِرِ ، يَنْطَلِقُ تِلْقَائِيًّا وَتَدٌ مُحَمَّلٌ عَلَى زُنْبُرُكٍ فَيُمْسِكُ بِالْقَضِيبِ مِنْ كِلَا جَانِبَيْهِ وَيَمْنَعُ انْزِلَاقَ الْعَرَبَةِ عَلَى الْمُنْحَدِرِ .



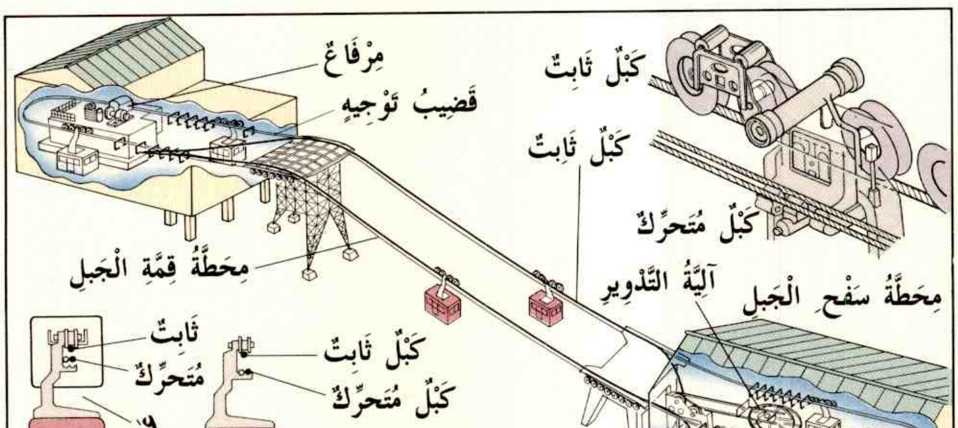
تَخطِّى مسار مُجَاوِرٍ

يَسْمَحُ الْجزْءُ مُزْدوِجُ الْقُضْبَانِ بِمُرُورِ الْعَرَبَاتِ بِجَانِبِ بَعْضِهَا . فَالعَجلَاتُ الْخَارِجيَّةُ فقَطْ ذَاتُ شَفَتَيْنِ (يمين أسفل) فَتُضْطَرُّ الْعَرَبَةُ إِلَى الحرَكَةِ عَلَى الْقَضِيبِ الْأَيْسَرِ .



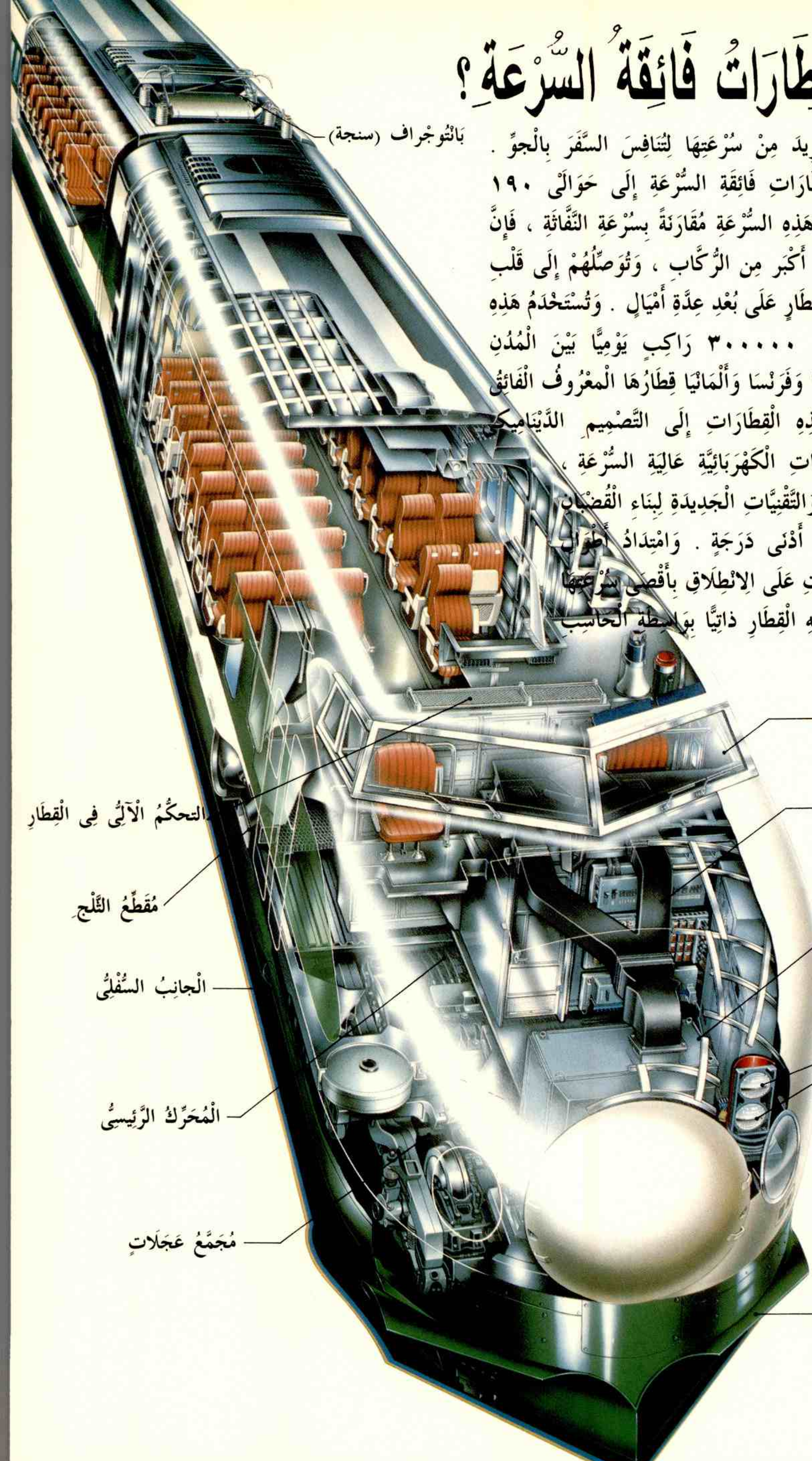
نِظَامُ الْمَسارِ الْمعلَّقِ

فيه تَصْعَدُ عَرَبَاتُ الْكَبْلِ الْهَوَائِيَّةُ الْجَبَلَ وَتَهْبِطُهُ عَلَى كَبْلَيْنِ . فَعجلَاتُ الْعَربَةِ تَجْرِى عَلَى كَبْلٍ ثَابِتٍ (أيسر علوى) وَتُثَبَّتُ الْمزَالِجُ بِإِحْكَامٍ عَلَى الْكَبْلِ الْمتحرِّكِ الَّذِى يَسْحَبُ الْعَرَبَةَ بَيْنَ مِحطَّتَيْنِ . وَعِندَ الْوصُولِ لِلْمِحطَّةِ ، تُفكُّ الْمزَالِجُ ، وَتَبْعُدُ الْعَرَبَةُ عَن الْكَبْلِ . وَعِنْدَمَا تَستَعِدُّ الْعَرَبَةُ لِلْعَوْدَةِ ، تُنقَلُ إِلَى الكُبُولِ . وَيَظَلُّ الْكَبْلُ مَشْدُودًا بِسَبَبِ وُجُودِ جِسْمٍ ثَقِيلِ الْوَزْنِ فِى مِحطَّةِ سَفحِ الْجبَلِ .



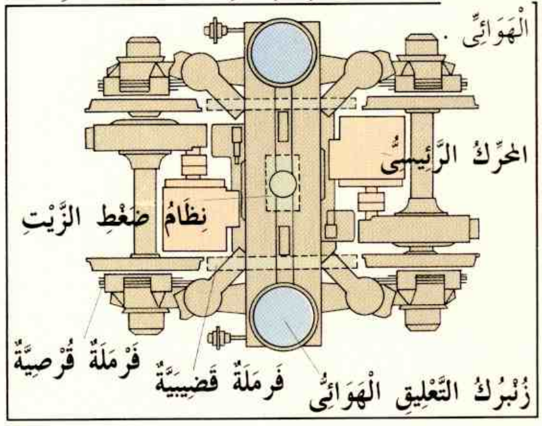
كَيْفَ تَسِيرُ الْقِطَارَاتُ فَائِقَةُ السُّرْعَةِ؟

كَانَ عَلَى الْقِطَارَاتِ أَنْ تُزِيدَ مِنْ سُرْعَتِهَا لِتُنَافِسَ السَّفَرَ بِالْجَوِّ . وَالْيَوْمَ ، بَلَغَتْ سُرْعَةُ الْقِطَارَاتِ فَائِقَةِ السُّرْعَةِ إِلَى حَوَالَى ١٩٠ مِيلا / ساعة . وَرَغْمَ بُطْءِ هَذِهِ السُّرْعَةِ مُقَارَنَةً بِسُرْعَةِ النَّفَّاثَةِ ، فَإِنَّ هَذِهِ الْقِطَارَاتِ تَنْقُلُ أَعْدَادًا أَكْبَر مِن الرُّكَّابِ ، وَتُوَصِّلُهُمْ إِلَى قَلْبِ الْمَدِينَةِ بَدلًا مِنْ تَوْصِيلِهِمْ لِمَطَارٍ عَلَى بُعْدِ عِدَّةِ أَمْيَالٍ . وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الْقِطَارَاتُ فِى الْيَابَانِ لِنَقْلِ ٣٠٠٠٠٠ رَاكِبٍ يَوْمِيًّا بَيْنَ الْمُدُنِ الْكُبْرى . وَلِكُلٍّ مِنْ بريطانيا وَفَرَنْسَا وَأَلْمَانْيَا قِطَارُهَا الْمعْرُوف الْفَائِقُ السُّرْعَةِ .وَتَرْجِعُ سُرْعَةُ هَذِهِ الْقِطَارَاتِ إِلَى التَّصْمِيمِ الدِّينَامِيكِي الْهَوَائِيِّ المتقدِّم ، وَالمحرِّكَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ عَالِيَةِ السُّرْعَةِ ، وَأَنْظِمَةِ التَّعْلِيقِ الْمتطَوِّرَةِ ، وَالتِّقْنِيَّاتِ الْجَدِيدَةِ لِبِنَاءِ الْقُضْبَانِ الَّتِى تُقَلِّلُ الاهْتِزَازَاتِ إِلَى أَدْنَى دَرَجَةٍ . وَامْتِدَادُ أَطْوَالِ الْمُنحَدَرَاتِ يُسَاعِدُ الْقِطَارَاتِ عَلَى الانْطِلَاقِ بِأَقْصَى سُرْعَتِهَا بِأَمَانٍ بِمُسَاعَدَةِ أَنْظِمَةِ تَوْجِيهِ الْقِطَارِ ذَاتِيًّا بِوَاسِطَةِ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ .



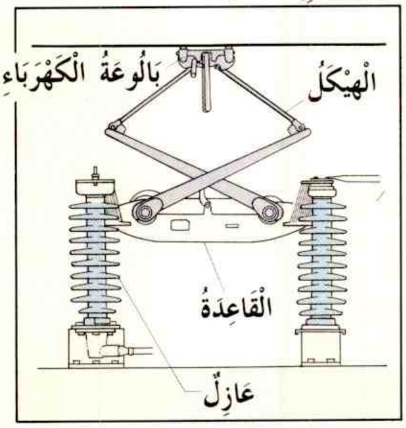
مَجْمَعُ الْعَجَلَاتِ

تَدُورُ الْعَجَلَاتُ بِوَاسِطَةِ المحرِّكَيْنِ الْكَهْرَبَائِيَّيْنِ الْمَوْجُودَيْنِ فَوْقَ كُلِّ مُجَمَّعِ عَجَلَاتٍ . وَتُغَلَّفُ الْفَرْمَلَةُ الْقُرْصِيَّةُ بِسَبَائِكَ مُقَاوِمَةٍ لِلْحَرَارَةِ . وَتَتَوَفَّرُ نُعُومَةُ حَرَكَةِ الْقِطَارِ بِفَضْلِ زُنْبُرُكِ التَّعْلِيقِ الْهَوَائِي .



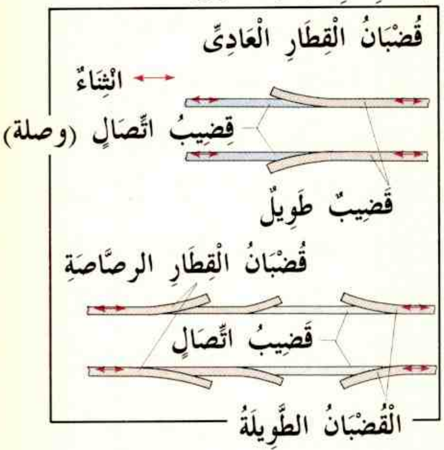
الْبَانْتُوجْرَافُ (السَّنْجَةُ)

تَصِلُ الطَّاقَةُ إِلَى السَّنْجَةِ خِلَالَ رِيشَةِ بالُوعَةِ الْكَهْرَبَاءِ مِنَ الْخُطُوطِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْعُلْوِيَّةِ . وَهَيْكَلُهُ يُكْسِبُهُ قُوَّةً وَيُسَاعِدُ عَلَى تَقْلِيلِ الْمُقَاوَمَةِ .



تَرْكِيبُ الْقُضْبَانِ الطَّوِيلَةِ

تَسِيرُ الْقِطَارَاتُ فَائِقَةُ السُّرْعَةِ عَلَى قُضْبَانٍ بِطُولِ ١٦٢٥ يَارْدَةً لِنُعُومَةِ الْحَرَكَةِ . وَلَا تَتَمَدَّدُ أَوْ تَنْكَمِشُ وُصْلَاتُ الْقُضْبَانِ إِلَّا قَلِيلًا بِتَغَيُّرِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ .



الْقِطَارُ الرَّصَاصَةُ (الطلقة)

تُعْتَبَرُ الْقِطَارَاتُ الرَّصَاصَةُ الْيَابَانِيَّةُ — أَوْ خَطُّ شينكانسن — أُولَى الْقِطَارَاتِ فَائِقَةِ السُّرْعَةِ . وَعِنْدَ افْتِتَاحِ الْخَطِّ عَامَ ١٩٦٤ ، كَانَتِ الْقِطَارَاتُ تَقْطَعُ الْمَسَافَةَ بَيْنَ طُوكْيُو وَأُوسَاكَا فِي أَكْثَرَ مِنْ ٣ سَاعَاتٍ بِمُتَوَسِّطِ ١٠٠ مِيل / ساعة . أَمَّا الْيَوْمَ فَيَعْمَلُ يَوْمِيًّا عَلَى خَطِّ شينكانس ٢٦٣ قِطَارًا يَسَعُ كُلٌّ مِنْهَا ١٣٠٠ رَاكِبٍ ، وَتَسْتَغْرِقُ الرِّحْلَةُ سَاعَتَيْنِ ، ٥٢ دَقِيقَةً بِسُرْعَةٍ قُصْوَى ١٣٦ ميلا / ساعة . وَالْقِطَارَاتُ الرَّصَاصَةُ — تُشْبِهُ الْقِطَارَاتِ الْفَائِقَةَ السُّرْعَةِ الْأُخْرَى — فِي أَنَّ مُقَدِّمَتَهَا مَسْحُوبَةٌ لِتَقْلِيلِ الضَّوْضَاءِ وَمُقَاوَمَةِ الْهَوَاءِ . وَزُجَاجُ نَوَافِذِهَا مُقَاوِمٌ لِلْكَسْرِ لِيَتَحَمَّلَ التَّغَيُّرَاتِ الْمُفَاجِئَةَ فِي الضَّغْطِ عِنْدَ دُخُولِ الْقِطَارِ الْأَنْفَاقَ .



قِطَارَاتٌ حَطَّمَت السُّرْعَاتِ الْمُسَجَّلَة

فِي عَامِ ١٩٥٦ وَصَلَتْ سُرْعَةُ قِطَارٍ فَرَنْسِيٍّ إِلَى سُرْعَةٍ غَيْرِ مَسْبُوقَةٍ هِيَ ٢٠٥ أميالٍ / ساعة ، وَعِنْدَهَا بَدَأَتْ عَجَلَاتُ الْقِطَارِ فِي الِاهْتِزَازِ ، فَلَمْ تَزِدْ سُرْعَتُهُ عَنْ ذَلِكَ . وَأَعْلَنَ الْخُبَرَاءُ أَنَّ الْقِطَارَاتِ لَنْ يُمْكِنَهَا تَجَاوُزُ سُرْعَةِ ٢٥٠ ميلا / ساعة ، وَلَكِنْ ثَبَتَ خَطَؤُهُمْ . فَفِي عَامِ ١٩٨٨ سَجَّلَ الْقِطَارُ الْأَلْمَانِيُّ السَّرِيعُ (ICE) سُرْعَةً جَدِيدَةً هِيَ ٢٥٢ ميلا / ساعة ، وَفِي عَامِ ١٩٩٠ وَصَلَتْ سُرْعَةُ الْقِطَارِ الْفَرَنْسِيِّ الْفَائِقِ السُّرْعَةِ (TGV) إِلَى ٣٢٠ ميلا / ساعة .

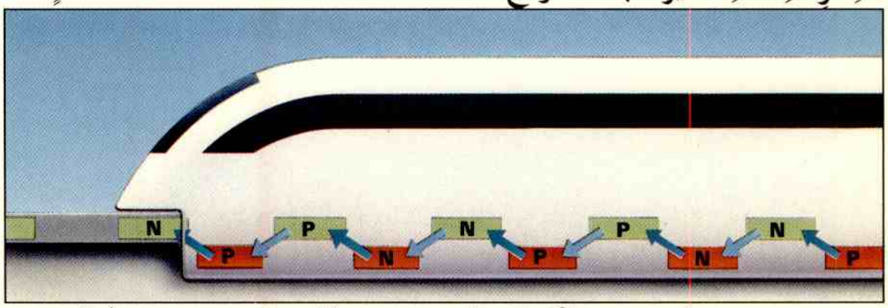

الْقِطَارُ الْفَرَنْسِيُّ فَائِقُ السُّرْعَةِ


قِطَارُ أَلْمَانِيَا السَّرِيعُ

كَيْفَ سَيَكُونُ شَكْلُ قِطَارَاتِ الْمُسْتَقْبَلِ ؟

إذَا نَجَحَ مُهَنْدِسُو أَلْمَانْيَا وَالْيَابَانِ وَالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ فِى عَمَلِهِمْ ، فَإِنَّ الْجِيلَ التَّالِى مِن الْقِطَارَاتِ سَيَكُونُ بِلَا مُحَرِّكَاتٍ ، وَلَنْ يَسِيرَ عَلَى قُضْبَانٍ . بَلْ ، وَلَنْ يَكُونَ لَهَا عَجَلَاتٌ أَوْ مَحَاوِرُ أَوْ تُرُوسُ نَقْلِ الحَرَكَةِ أَوْ فَرَامِلُ . وَبَدلًا مِنْ كُلِّ هَذَا ، سَتَطْفُو الْقِطَارَاتُ أَوْ تَسْبَحُ فِى الْهَوَاءِ عَلَى وِسَادَةٍ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ مَوْجُودَةٍ فَوْقَ الْقَضِيبِ مُبَاشَرَةً . وَسَتَقُومُ الْمَغْنَاطِيسَاتُ الكَهْرَبِيَّةُ المغذَّاةُ بالطَّاقَةِ ، بِجَذْبِ الْقِطَارَاتِ وَدَفْعِهَا عَلَى طُولِ الْخَطِّ ، مِثْلَ لَوْحِ الانْزِلَاقِ الَّذِى يَرْكَبُ الْأَمْوَاجَ .

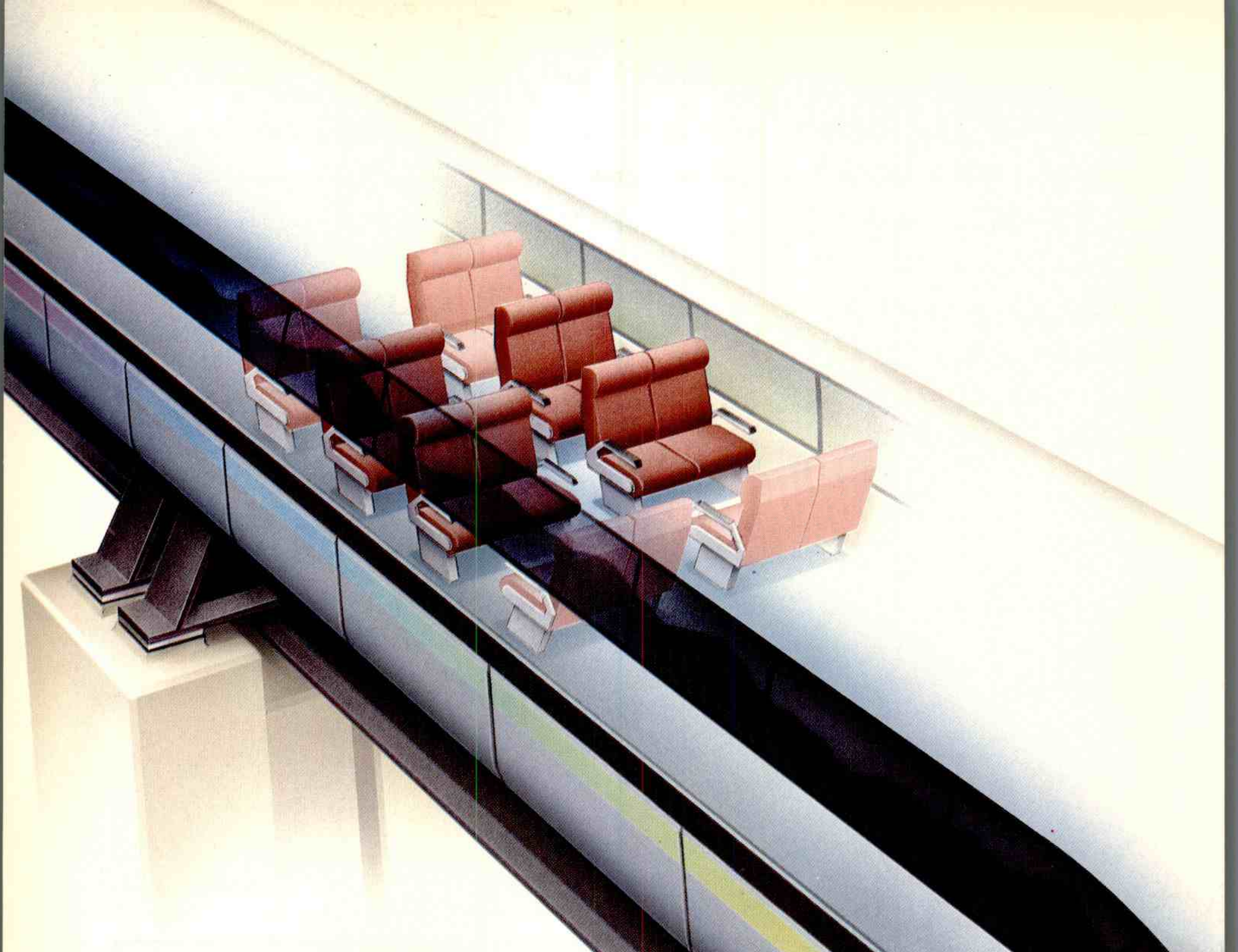
وَبِذَلِكَ يَنْعَدِمُ الاحْتِكَاكُ الَّذِى يُبَطِّئُ الْقِطَارَاتِ ، وَلَاتُقَاوِمُ هَذِهِ الْقِطَارَاتِ الْمغْنَاطِيسِيَّةَ السَّابِحَةَ (أو الماجليفز) إِلَّا الرِّيَاحُ ، فتتمكَّنُ مِن الانْطِلَاقِ بِسُرْعَةٍ تَصِلُ إِلَى ٣٠٠ ميل / ساعة أَوْ أَكْثَر . كَمَا سَتَتَمكَّنُ مِنْ صُعُودِ التِّلَالِ أو الْمُرْتَفعَاتِ بَدَلًا مِن احْتِرَاقِهَا عَنْ طَرِيقِ الْأَنْفَاقِ الَّتِى تَتَكَلَّفُ الْكَثِيرَ لِإِنْشَائِهَا . وَسَيَحُولُ تَصْمِيمُ الْخَطِّ الْحَدِيدِىِّ دُونَ خُرُوجِ الْقِطَارِ عَنِ الْخَطِّ . كَمَا أَنَّهَا سَتَكُونُ عَدِيمَةَ الضَّوْضَاءِ لِعَدَمِ وُجُودِ مُحَرِّكَاتٍ أَوْ عَجَلَاتٍ .

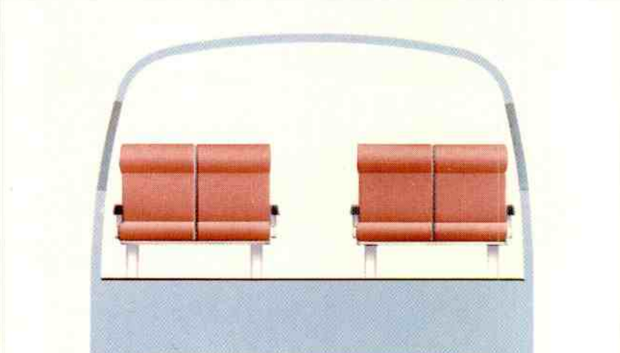


يَسْتَخْدِمُ قِطَارُ الْمَاجْلِيفِ الْأَلْمَانِىُّ الْمغْنَاطِيسَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ فِى جَانِبَى الْقِطَارِ ، وَالْمِلَفَّاتُ الثَّابِتَةُ الْمَشْحُونَةُ فِى الْمسَارِ . وَتَتَبَادَلُ شِحْنَاتُ هَذِهِ الْمِلَفَّاتِ عَلَى التَّوَالِى بَيْنَ الْمُوجَبِ وَالسَّالِبِ لِجَذْبِ (أَسْهُمٌ زَرْقَاءُ قَاتِمَةٌ) مَغْنَاطِيسَاتِ الْقِطَارِ ، وَدَفْعِهَا (أَسْهُمٌ زَرْقَاءُ فَاتِحَةٌ) .



الْقِطَارَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ الْعَامِلَةُ عَلَى خُطُوطِ النَّقْلِ السَّرِيعَةِ الْأَلْمَانِيَّةِ ، مَبْنِيَّةٌ بِحَيْثُ تَلْتَفُّ حَوْلَ مَسَارِ تَوْجِيهٍ مَرْفُوعٍ .





إِنَّ نِظَامَ الْقِيَادَةِ الرَّئِيسِيَّ لِقِطَارِ الْماجْلِيف الْفَائِقِ السُّرْعَةِ مَوْجُودٌ بِدَاخِلِ قَضِيبِ التَّوْجِيهِ وَلَيْسَ بِدَاخِلِ الْقِطَارِ. فَالْمغْنَاطِيسَاتُ الْموجُودَةُ فِي الْقَضِيبِ، وَفِي جَانِبِي الْقِطَارِ الْمُلْتَفَّيْنِ حَوْلَ جَانِبَي الْقَضِيبِ، تُبْقِي الْماجْلِيف عَلَى ارْتِفَاعٍ ثَابِتٍ يَبْلُغُ سَنْتِيمترًا وَاحِدًا فَوْقَ الْقَضِيبِ.

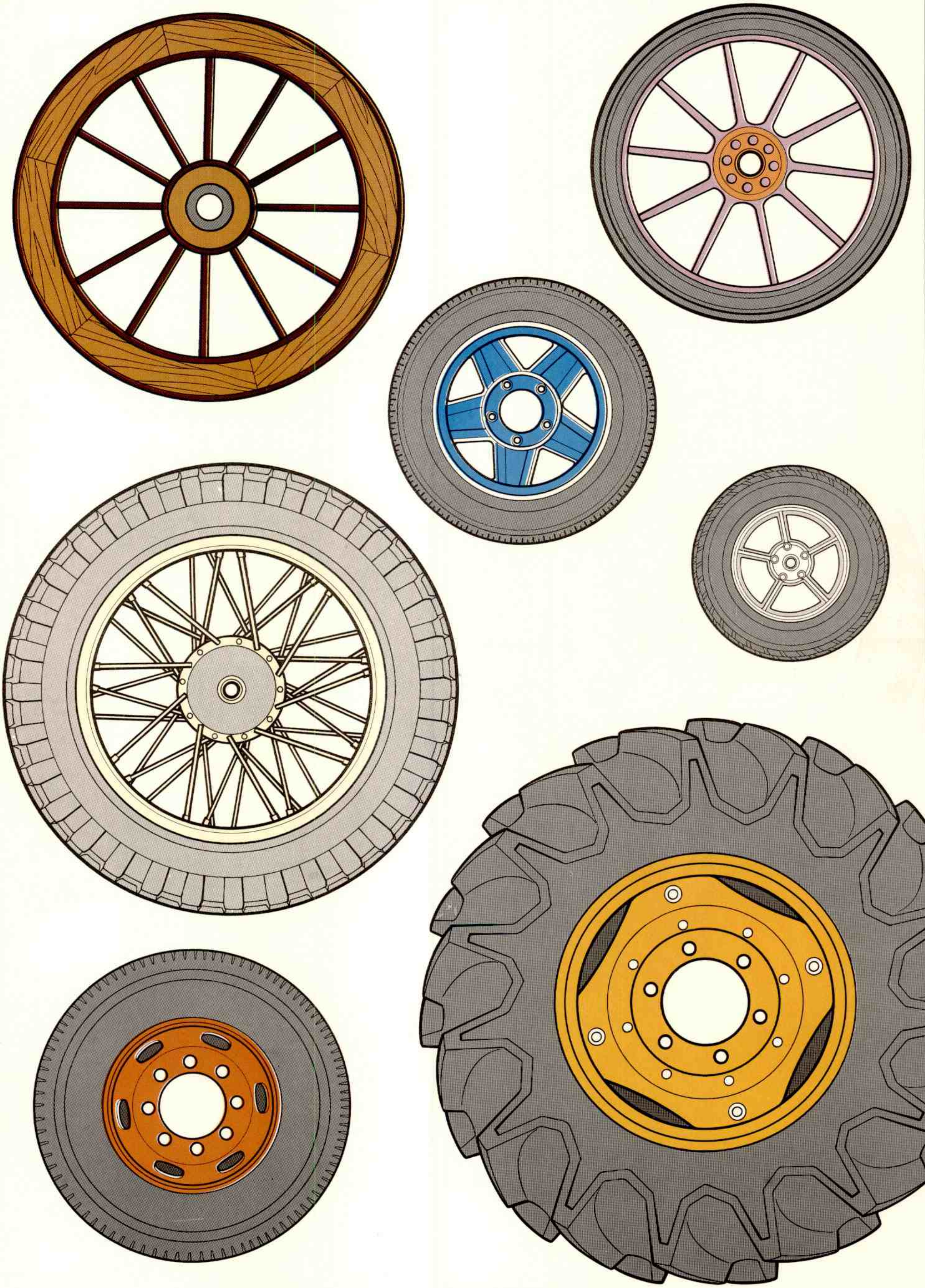


2

الْآلَةُ الَّتِى تُحَرِّكُ الْبَشَرِيَّةَ

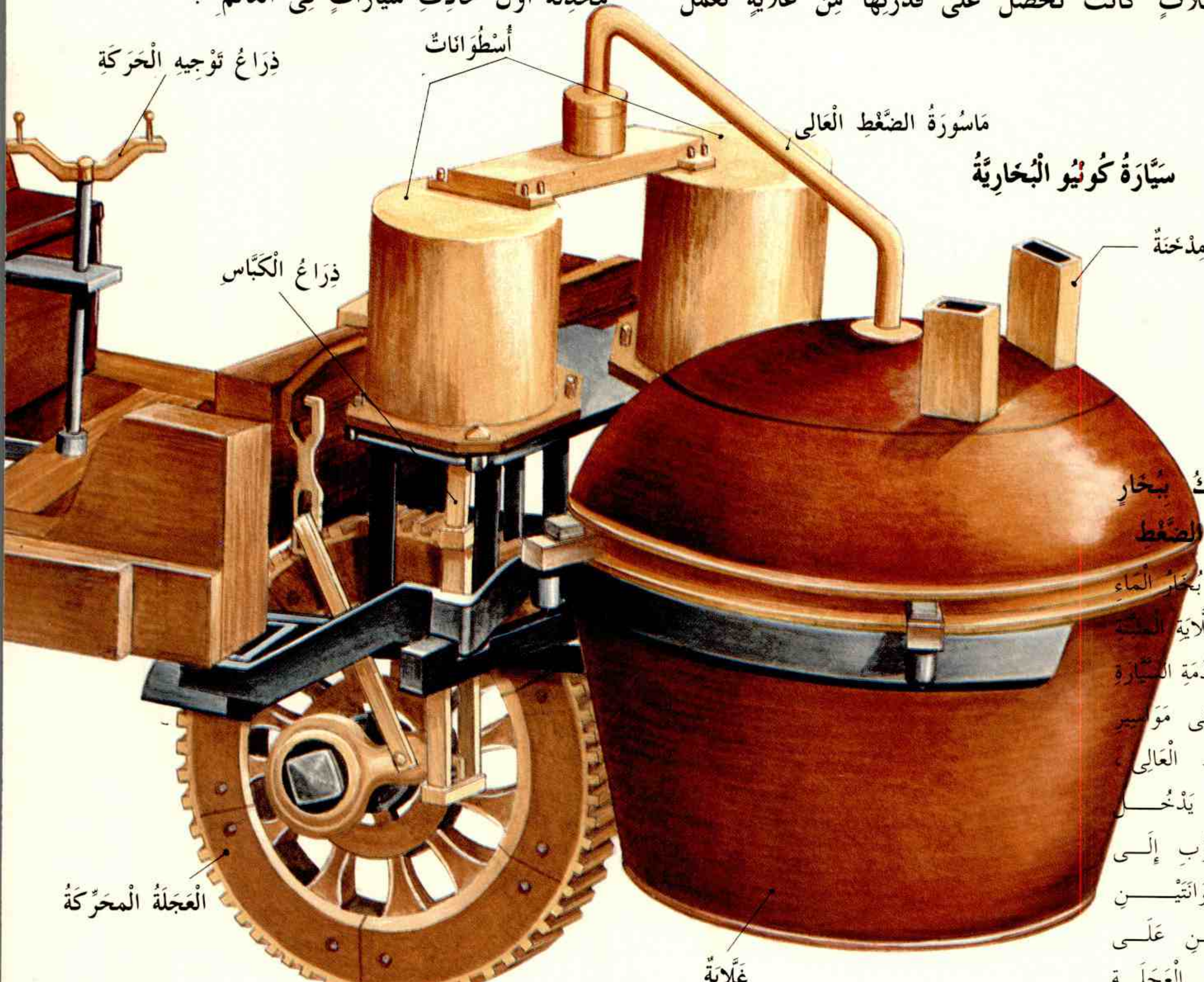
إِنَّ فِكْرَةَ المركَبَةِ الَّتِى تُسَيِّرُ نَفْسَها قَدْ خَلَبَتْ لُبَّ النَّاسِ لِقُرُونٍ عَدِيدَةٍ ، وَفِى الْوَاقِعِ فَهَذَا هُوَ الْمَعْنَى الْحَرْفِىُّ لِكَلِمَةِ السَّيَّارَةِ . وَقد اخْتَرَعَ الْفَرَنْسِىُّ نِيكُولَا جُوزِيف كُونْيُو أَوَّلَ سَيَّارَةٍ عَامَ ١٧٦٩ ، وَكَانَتْ بُخَارِيَّةً وَذَاتَ ثَلَاثِ عَجَلَاتٍ . وَرَغْمَ أَنَّ آلَةَ كُونْيُو لَمْ تَكُنْ عَمَلِيَّةً ، إِلَّا أَنَّهَا كَانَتْ بِدَايَةً لِسِلْسِلَةٍ مِن الْأَحْدَاثِ الَّتِى أَدْخَلَتْ تَغْيِيرَاتٍ جَذْرِيَّةً عَلَى أُسْلُوبِ حَيَاةِ الْبَشَرِ وَطَرِيقَةِ عَمَلِهِمْ وَلَهْوِهِمْ . أَمَّا الْيَوْمَ فَإِنَّ السَّيَّارَةَ تُعْتَبَرُ وَسِيلَةَ انْتِقَالٍ رَخِيصَةً نِسْبِيًّا وَمُرِيحَةً وَمُمْتِعَةً لِكَافَّةِ النَّاسِ مِنْ مُخْتَلَفِ الْمُسْتَوَيَاتِ . وَمَا كَانَ كُونْيُو لِيَتمكَّنَ — لَوْ كَانَ حَيًّا — مِن التَّعَرُّفِ عَلَى اخْتِرَاعِهِ الْمُحَوَّرِ إِلَى السَّيَّارَاتِ الَّتِى نَرَاهَا الْيَوْمَ ، فَهِىَ تَخْتَلِفُ كَثِيرًا ، فَقَدْ أُعِيدَ تَصْمِيمُهَا ، وَأُدْخِلَتْ عَلَيْهَا التَّحسِينَاتُ ، كَمَا أَضَافَ إِلَيْهَا الْمُهَنْدِسُونَ الْحَاسِبَ الْآلِىَّ ، وَاسْتَخْدَمُوا مَوَادَّ جَدِيدَةً . وَقَدْ أَصْبَحَت السَّيَّارَاتُ — بِأَشْكَالِهَا الْمتعَدِّدَةِ — لَاغِنًى عَنْهَا لِملَايِينِ الْبَشَرِ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ ، وَذَلِكَ بِفَضْلِ : اسْتِخْدَامِ أَنْوَاعٍ جَدِيدَةٍ مِن الْوَقُودِ ، وَعِلْمِ الدِّينَامِيكَا الْهَوَائِيَّةِ الْحَدِيثِ ، وَالتَّصْمِيمَاتِ الجَدِيدَةِ لِلْإِطَارَاتِ ، وَالتَّقْنِيَاتِ الْحَدِيثَةِ . وَسَيَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ دِرَاسَةً تَمْهِيدِيَّةً لِلتَّرْكِيبِ الدَّاخِلِىِّ لِهَذِهِ الْآلَةِ الْمُعَقَّدَةِ ، وَيَكْشِفُ رُوحَ الْإِبْدَاعِ ، وَالتَّجَارِبَ الَّتِى أَدَّتْ إِلَى انْتِشَارِ السَّيَّارَةِ فِى كُلِّ طُرُقِ الْعَالَمِ .

أَشْكَالٌ مُخْتَلِفَةٌ لِعَجَلَاتِ السَّيَّارَةِ ، تَخْتَلِفُ تَصْمِيمَاتُهَا ، وَأَحْجَامُهَا ، وَالْمَوَادُّ الْمَصْنُوعَةُ مِنْهَا بِاخْتِلَافِ السَّيَّارَةِ الَّتِى تُسَيِّرُهَا . وَتُسْهِمُ بِنْيَةُ الْعَجَلَةِ إِسْهَامًا كَبِيرًا فِى كَفَاءَةِ السَّيَّارَةِ وَأَمَانِهَا .



مَن اخْتَرَعَ أَوَّلَ سيَّارَةٍ؟

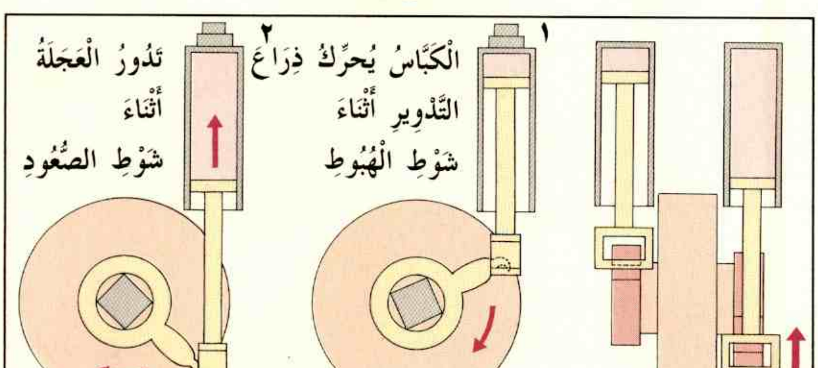
حاوَلَ الْمخْترِعُونَ الْأَوائِلُ استِخْدامَ الرِّياحِ أَوْ تيَّاراتِ بُخارِ الْماءِ لإمْدادِ الْمَرْكَباتِ ذاتيَّةِ الْحَركَةِ بالْقُدْرةِ . وَلكِنْ فِي عامِ ١٧٦٩ اخترعَ نيكُولاجُوزيف كُونْيُو الضَّابطُ بسِلاحِ الْمدْفعِيَّةِ الْفرنْسيَّةِ ما اعْتَبَرَهُ الْمُؤَرِّخُونَ «أَوَّلَ سيَّارَةٍ فِي الْعَالَمِ» (أسفل). وَمَرْكَبَتُهُ ذاتُ الثَّلاثِ عَجلاتٍ كَانَتْ تَحْصُلُ عَلَى قُدْرَتِها مِنْ غَلَّايَةٍ تَعْمَلُ بِالْفَحْمِ ، وَتُشغِّلُ أُسْطُوانَتَيْنِ بِالتَّناوبِ ، وَيَتَّصِلُ ذِرَاعَا كَبَّاسَيْهِما بِالْعَجَلَةِ الْأَمامِيَّةِ (أسفل). وَقَدْ وَصَلَتْ سُرْعَةُ هذِهِ الْمَرْكَبَةِ إِلَى ٣ أَمْيالٍ / ساعة ، وَلكِنَّها كَانَتْ صَعْبَةَ التَّشْغِيلِ لِأَنَّ ذِراعَ التَّوْجِيهِ الَّذى كَانَ يُدِيرُ الْعَجلةَ الْأَمامِيَّةَ ، كَانَ عَلَيْهِ أَنْ يُدِيرَ أَيْضًا الْغَلَّايَةَ الثَّقِيلَةَ . وَقَدْ وُضِعَتْ هَذِهِ الْمَرْكَبَةُ كُونْيُو فِي سِجِلِّ تَارِيخِ السَّيَّاراتِ . وَقد اصْطَدَمَتْ هَذِهِ الْآلَةُ فِي بِدَايَةِ اسْتِخْدامِها بِحائِطٍ ، مُحْدِثَةً أَوَّلَ حادِثِ سيَّاراتٍ فِي الْعَالَمِ .



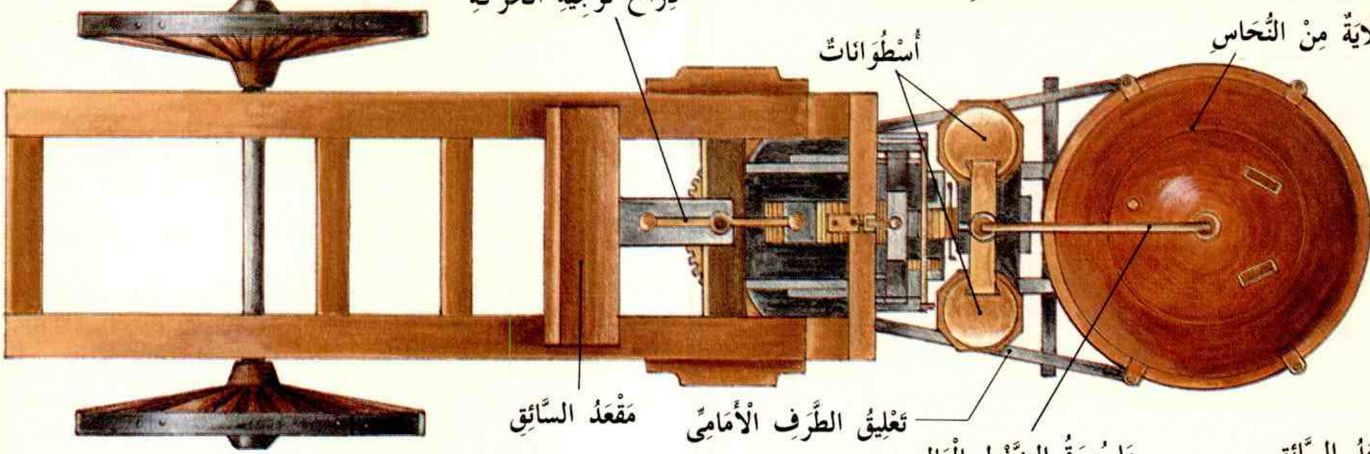
التَّحرُّكُ بِبُخارٍ عَالِي الضَّغْطِ

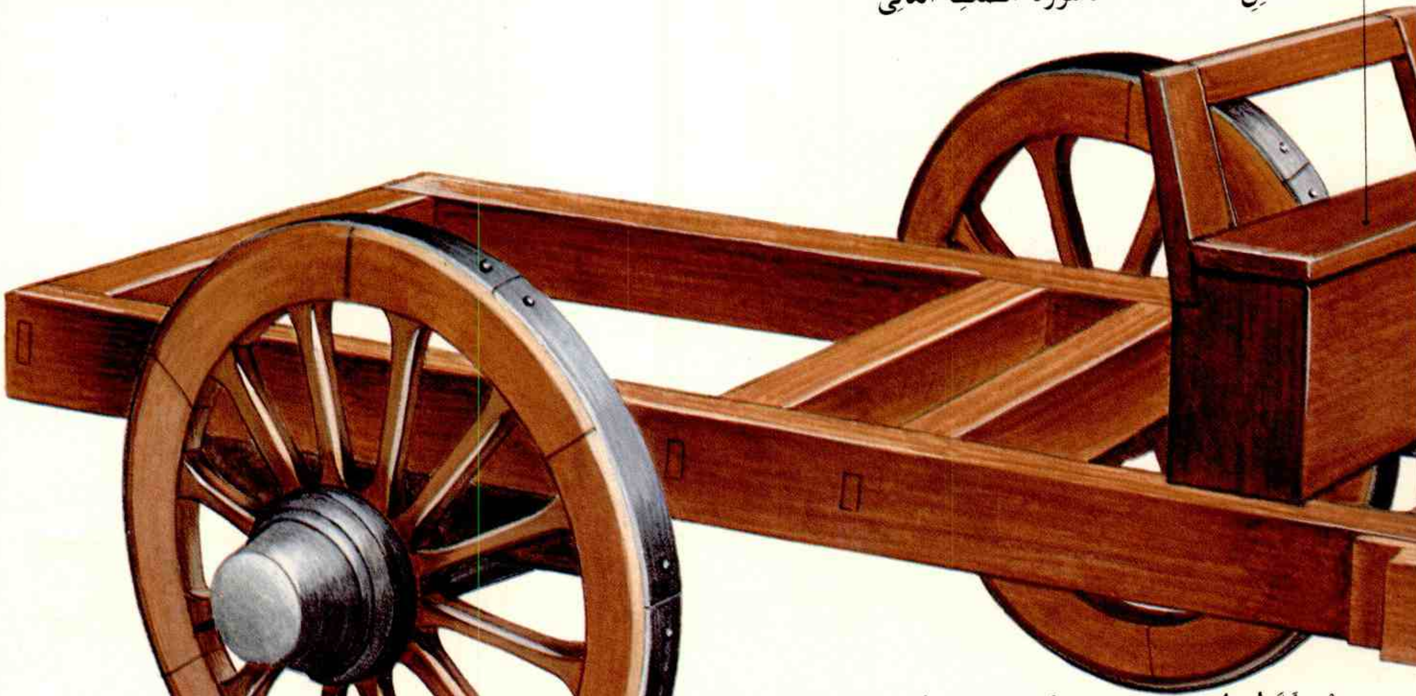
يَخْرُجُ بُخارُ الْماءِ مِن الْغَلَّايَةِ الْمُثبَّتةِ فِي مُقَدِّمَةِ السَّيَّارَةِ لِيَمُرَّ فِي مَواسِيرِ الضَّغْطِ الْعالِي ثُمَّ يَدْخُلُ بالتَّناوُبِ إِلَى الْأُسْطُوانَتَيْنِ الْمُثَبَّتَتَيْنِ عَلَى جانِبَي الْعَجَلَةِ الْأَمامِيَّةِ .

وَداخِلَ كُلِّ أُسْطُوانَةٍ يَضْغَطُ الْبُخارُ عَلَى ذِراعِ الْكَبَّاسِ إِلَى أَسْفَلَ لِيَدْفَعَ بِدَوْرِهِ ذِراعَ التَّدْوِيرِ الْمَوْجُودَةَ عَلَى جانِبِ الْعَجَلَةِ مِنْ جِهَةِ نَفْسِ الْأُسْطُوانَةِ (أدنى يسار). وَأَثْناءَ شَوْطِ الصُّعُودِ (أقصى يسار) تَدُورُ الْعَجَلَةُ بِمُساعَدَةِ السَّقَّاطَةِ الْمَوْجُودَةِ بِداخِلِها ، بَيْنَما تَجْذِبُ ذِراعُ الكَبَّاسِ ذِراعَ التَّدْوِيرِ إِلَى أَعْلَى . وَتَتَّصِلُ الْأُسْطُوانَتانِ بِبَعْضِهِما بِواسِطَةِ عارِضَةٍ هَزَّازَةٍ تُحافِظُ عَلَى آدائِهِما الْمُتَناوِبِ مَعَ بَعْضِهِما .



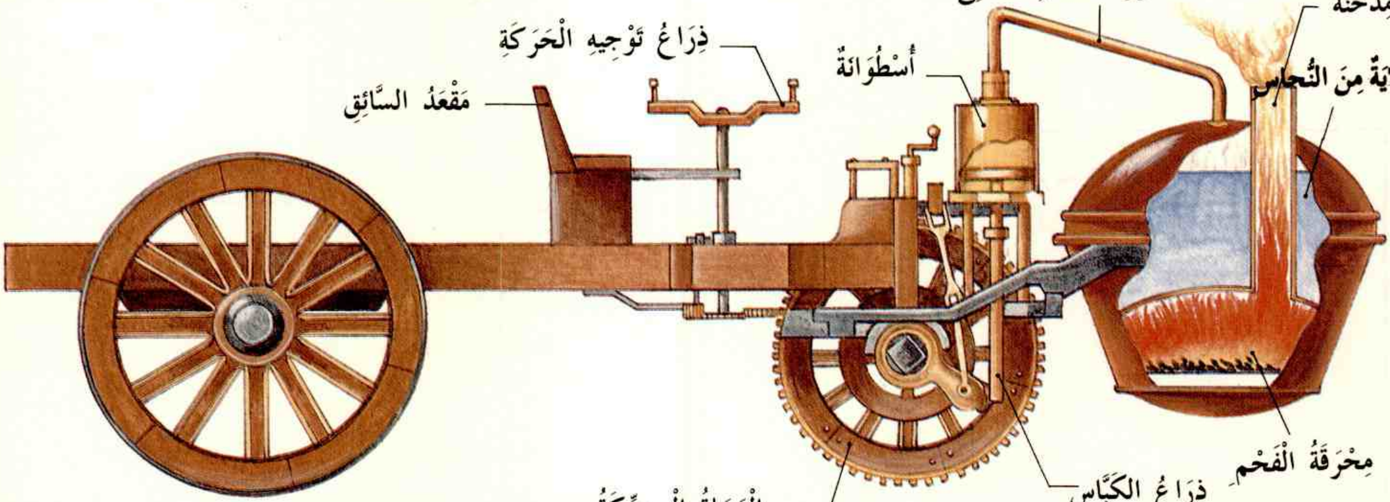
مَنْظَرٌ مِنْ أَعْلَى لِسَيَّارَةِ كُونْيُو الْبُخَارِيَّةِ





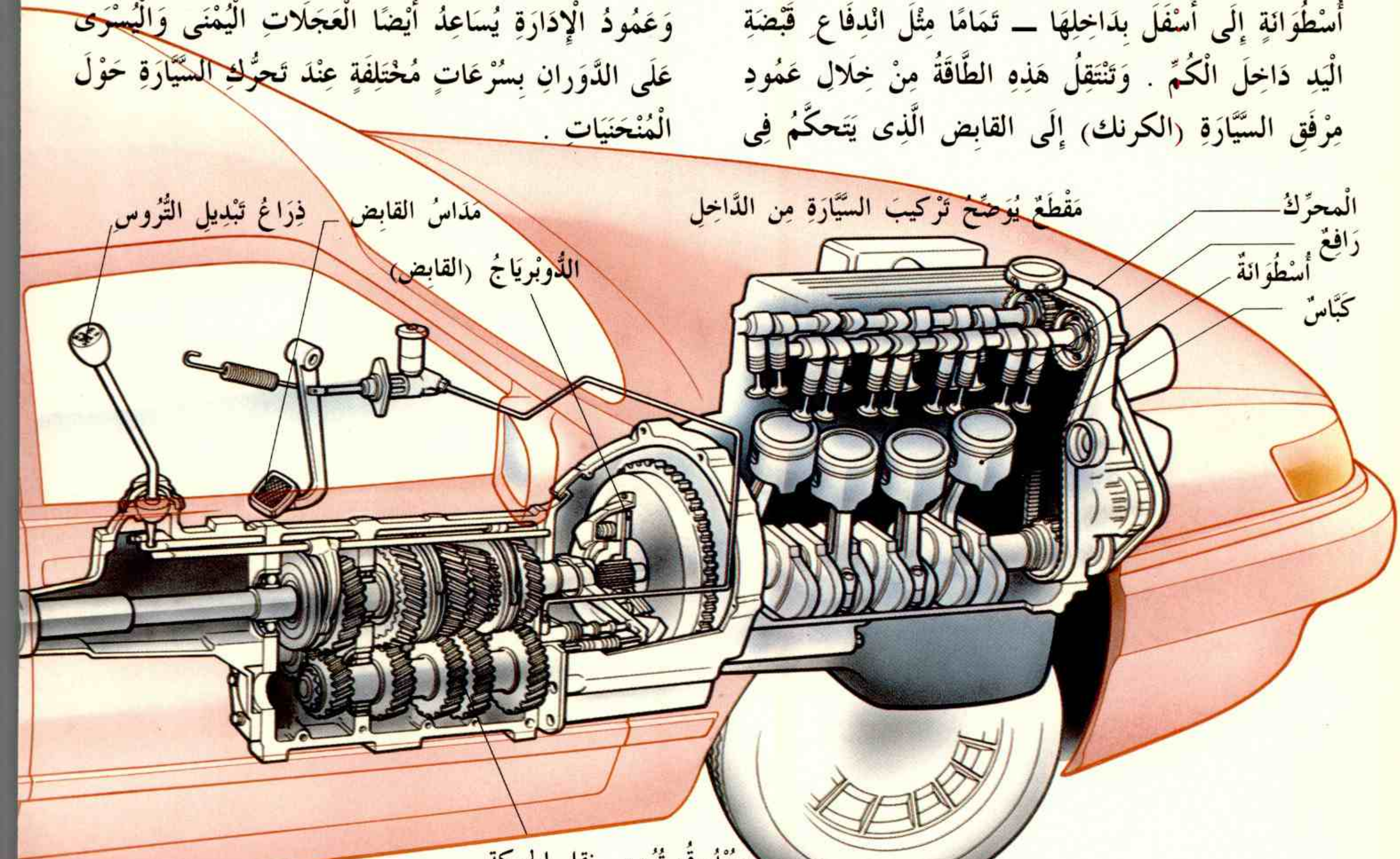
رَغْمَ أَنَّ أُسْطُوَانَاتِ السَّيَّارَةِ الْبُخَارِيَّةِ كَبِيرَةٌ جِدًّا (٥٠ لترا)، إِلَّا أَنَّ سُرْعَةَ السَّيَّارَةِ لَمْ تَزِدْ عَلَى ٣ أَمْيَالٍ / ساعة . وَكَانَ كُونْيُو مُضْطَرًّا لِلتَّوَقُّفِ كُلَّ ١٥ دَقِيقَةً لِإِعَادَةِ مَلْءِ الْغَلَّايَةِ بِالْمَاءِ ، وَالِانْتِظَارِ لِمُدَّةِ ١٥ دَقِيقَةً أُخْرَى لِيَبْلُغَ ضَغْطُ الْبُخَارِ الدَّرَجَةَ الْمَطْلُوبَةَ .

مَنْظَرٌ مِنَ الْجَانِبِ لِسَيَّارَةِ كُونْيُو الْبُخَارِيَّةِ



مِنْ أَيْنَ تحصُلُ السَّيَّارَةُ عَلَى قُدْرَتِهَا ؟

يُمْكِنُ اعْتِبَارُ السَّيَّارَةِ أَدَاةً مِيكَانِيكِيَّةً تُطْلِقُ مِنَ الْبِنْزِينِ طَاقَةً تَتَحَكَّمُ فِي تَدْوِيرِ عَجَلَاتِهَا . فَيُسْحَبُ الْبِنْزِينُ دَاخِلَ جَمِيعِ أُسْطُوَانَاتِ الْمحرِّكِ بِالتَّنَاوُبِ (أسفل) حَيْثُ يَحْتَرِقُ . وَالطَّاقَةُ الْمتوَلِّدَةُ عَنِ الِاحْتِرَاقِ تَدْفَعُ كَبَّاسَ كُلِّ أُسْطُوَانَةٍ إِلَى أَسْفَلَ بِدَاخِلِهَا ـــ تَمَامًا مِثْلَ الدِّفَاعِ قَبْضَةِ الْيَدِ دَاخِلَ الْكُمِّ . وَتَنْتَقِلُ هَذِهِ الطَّاقَةُ مِنْ خِلَالِ عَمُودِ مِرْفَقِ السَّيَّارَةِ (الكرنك) إِلَى الْقَابِضِ الَّذِى يَتَحَكَّمُ فِى صُنْدُوقِ تُرُوسِ نَقْلِ الحركَةِ . وَتَنْقُلُ هَذِهِ التُّرُوسُ الْحَرَكَةَ الدَّوَّارَةَ لِعَمُودِ الْمِرْفَقِ إِلَى عَمُودِ الْإِدَارَةِ الْمُوَصِّلِ بِمَجْمُوعَةِ شَجَرَةِ تُرُوسٍ (كورونا). وَتَنْتَقِلُ الطَّاقَةُ مِنْ عَمُودِ الْإِدَارَةِ إِلَى مُحَاوَرَةِ الْإِدَارَةِ المرَكَّبَةِ عَمُودِيًّا عَلَيْهِ . وَعَمُودُ الْإِدَارَةِ يُسَاعِدُ أَيْضًا الْعَجَلَاتِ الْيُمْنَى وَالْيُسْرَى عَلَى الدَّوَرَانِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ عِنْدَ تَحَرُّكِ السَّيَّارَةِ حَوْلَ الْمُنْحَنَيَاتِ .

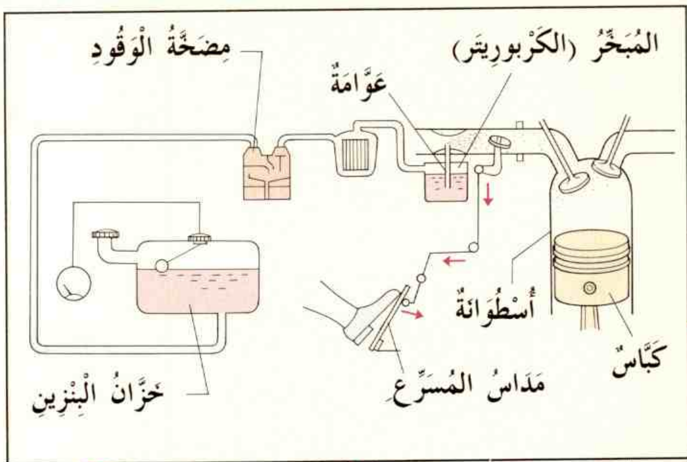


دَوْرَةُ الِاحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ



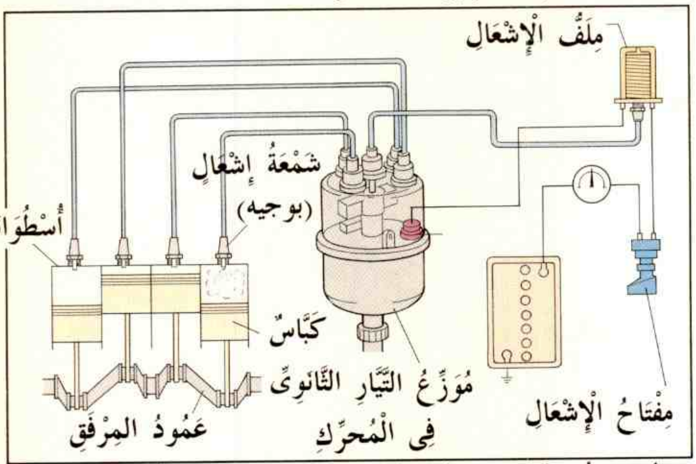
أَثْنَاءَ شَوْطِ السَّحْبِ يَهْبِطُ الْكَبَّاسُ إِلَى أَسْفَلَ ، فَيَسْحَبُ خَلِيطًا مِنَ الْغَازِ وَالْهَوَاءِ إِلَى دَاخِلِ الْأُسْطُوَانَةِ . وَبِارْتِفَاعِ الْكَبَّاسِ إِلَى أَعْلَى يَنْضَغِطُ هَذَا الْخَلِيطُ . وَعِنْدَمَا تُشْعِلُ شَمْعَةُ الْإِشْعَالِ الْخَلِيطَ ، فَإِنَّ نَوَاتِجَ احْتِرَاقِ الْبِنْزِينِ تُجْبِرُ الْكَبَّاسَ عَلَى الْهُبُوطِ إِلَى أَسْفَلَ . وَعِنْدَمَا يَرْتَفِعُ الْكَبَّاسُ إِلَى أَعْلَى مَرَّةً أُخْرَى ، يُطْرَدُ الْعَادِمُ مِنْ صِمَامِ الْعَادِمِ إِلَى الْخَارِجِ .

خَلِيطٌ مُتفَجِّرٌ مِنْ رَذَاذِ الْوَقُودِ

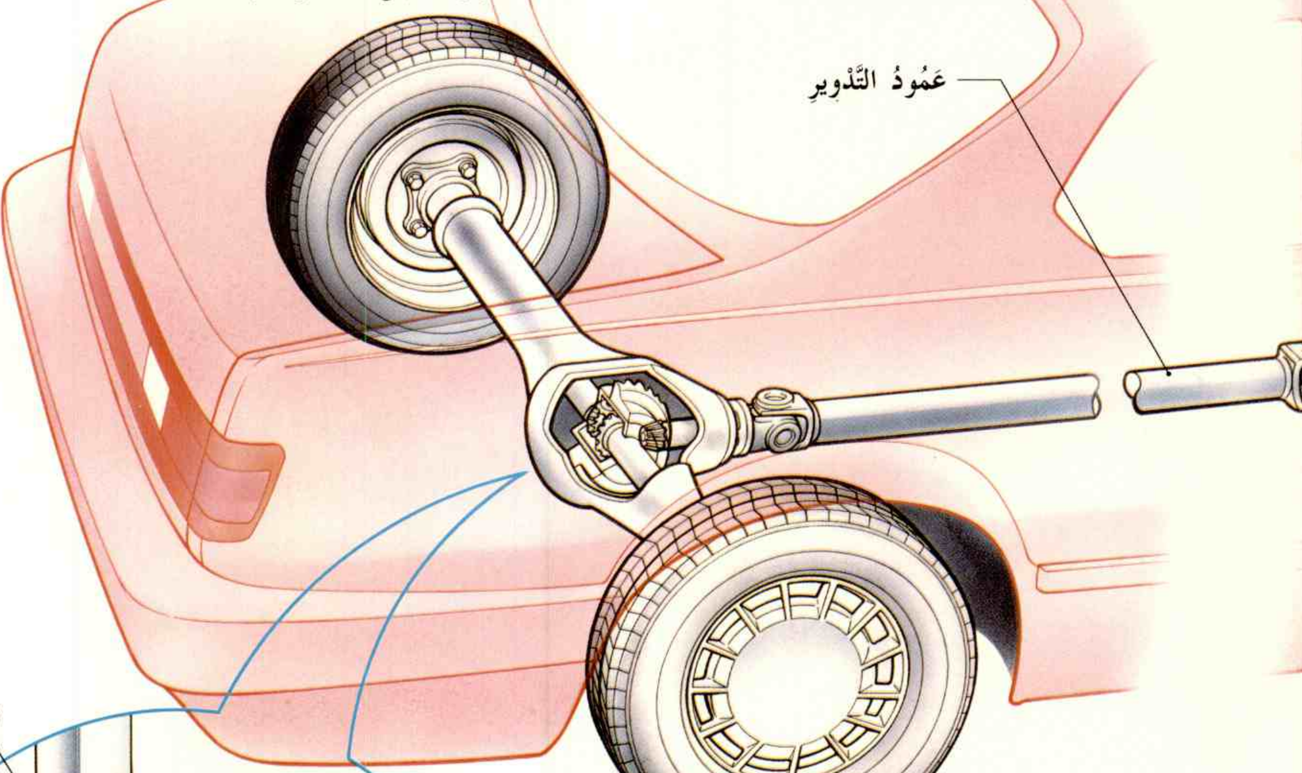


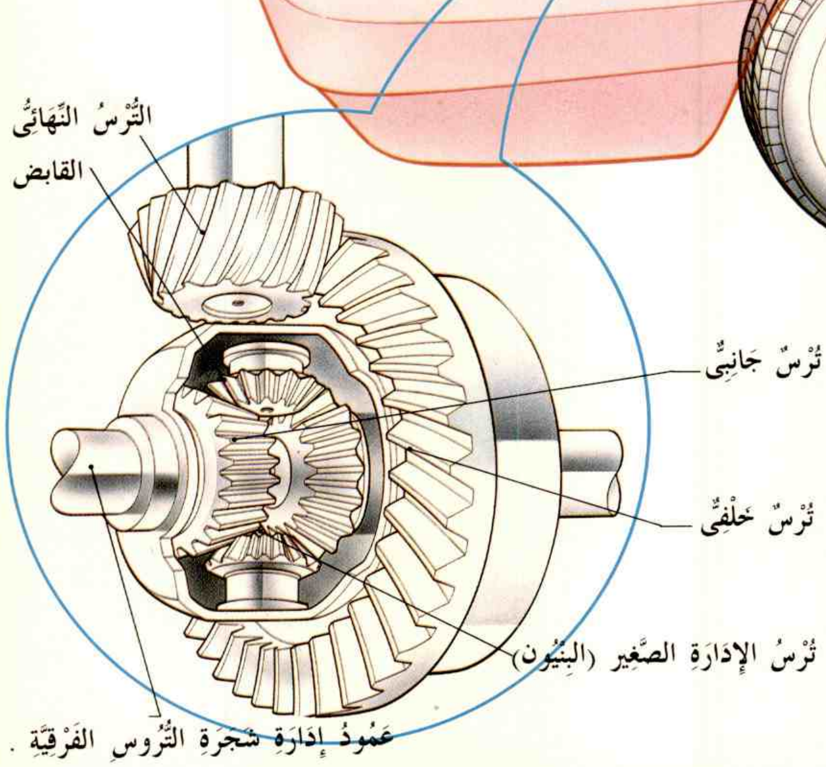
يَحُثُّ مَدَاسُ الْمُسَرِّعِ الْمُبَخِّرَ عَلَى خَلْطِ الْبَنْزِينِ بِالْهَوَاءِ مُنْتِجًا رَذَاذًا مِنَ الْوَقُودِ . وَيُسْحَبُ هَذَا الرَّذَاذُ إِلَى دَاخِلِ الْأُسْطُوَانَاتِ لِيُشْعَلَ بِوَاسِطَةِ شَمْعَةِ الْإِشْعَالِ .

إِضْرَامُ الشَّرَرِ اللَّازِمِ لِلِانْفِجَارِ



يَقُومُ مِلَفُّ الْإِشْعَالِ بِرَفْعِ الْجُهْدِ الْمُنْخَفِضِ مِنَ الْبَطَّارِيَّةِ إِلَى جُهْدٍ عَالٍ يُرْسِلُهُ الْمُوَزِّعُ إِلَى شَمْعَاتِ الْإِشْعَالِ الَّتِي تَقُومُ بِإِشْعَالِ خَلِيطِ الْوَقُودِ دَاخِلَ الْأُسْطُوَانَاتِ .





تُرْسٌ يَتَحَكَّمُ فِي الْحَرَكَاتِ غَيْرِ الْمُتَسَاوِيَةِ

لِكَيْ تَسِيرَ السَّيَّارَةُ بِسُهُولَةٍ أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا فِي مُنْحَنًى مَا ، فَإِنَّ عَجَلَاتِهَا الْخَارِجِيَّةَ يَجِبُ أَنْ تَدُورَ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ وَتَقْطَعَ مَسَافَةً أَطْوَلَ مِمَّا تَقْطَعُهُ الْعَجَلَاتُ الدَّاخِلِيَّةُ . وَيَتَحَقَّقُ هَذَا فِعْلًا بِوَاسِطَةِ شجرة التُّروس الفرقِيَّة . وَهِيَ مَجْمُوعَةٌ مُتَشَابِكَةٌ مِنَ التُّرُوسِ وَالنُّتُوءَاتِ الْمَانِعَةِ لِلْحَرَكَةِ وَالْمُسَنَّنَاتِ الصَّغِيرَةِ ، وَتَرْبِطُ عَمُودَ التَّدْوِيرِ بِمِحْوَرَيِ الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ ، وَتَتَحَكَّمُ فِي سُرْعَةِ دَوَرَانِ كُلٍّ مِنَ الْمِحْوَرَيْنِ ، بَلْ إِنَّهَا تَسْمَحُ لَهُمَا بِالدَّوَرَانِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ إِذَا لَزِمَ الْأَمْرُ .

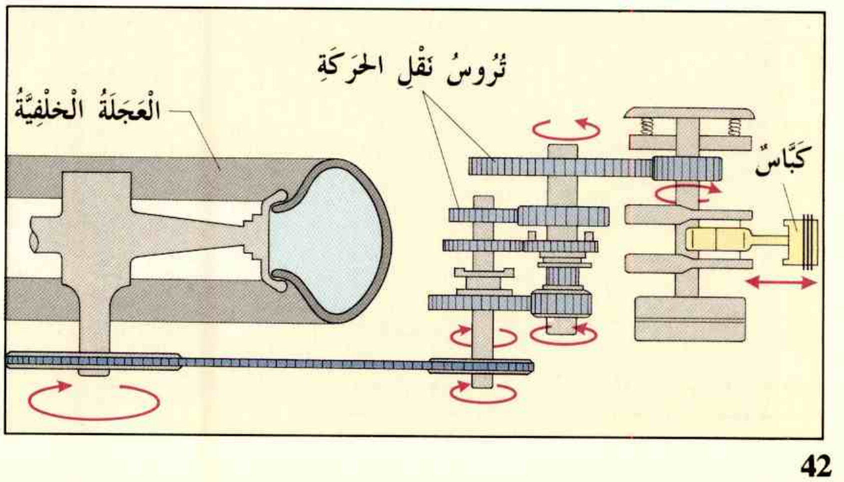
كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُوتُوسِيكل (الدَّرَّاجَةُ الْبُخَارِيَّة) ؟

يَسْتَمِدُّ الْمُوتُوسَيكل ـ مِثْلَ السَّيَّارَةِ ـ الْقُدْرَةَ اللَّازِمَةَ لِتَسْيِيرِهِ مِن احْتِرَاقِ الْبِنْزِين ، وَلَكِنَّهُ يَحْفَظُ تَوَازُنَهُ عَلَى عَجَلَتَيْنِ فَقَطْ ، وَتُوَجَّهُ قُدْرَةُ الْمُحرِّكِ إلَى الْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ . وَرَغْمَ أَنَّ قُدْرَةَ مُحرِّكِهِ تَقِلُّ كَثِيرًا عَنْ قُدْرَةِ مُحرِّكِ السَّيَّارَةِ مُقدَّرَةً بِالْحِصَانِ ، إلَّا أَنَّ تَصْمِيمَهُ الِانْسِيَابِيَّ وَوَزْنَهُ الْأَخَفَّ يُمكِّنَانِهِ مِن الْوُصُولِ إِلَى السُّرْعَاتِ الْعَالِيَةِ لِلسَّيَّارَةِ وَلَكِنْ فِي وَقْتٍ أَقَلَّ . كَمَا يَمْتَازُ بِرَشَاقَةِ الْحَرَكَةِ فِي الطُّرُقِ الضَّيِّقَةِ وَالْأَرَاضِي الْوَعْرَةِ .



كَيْفَ تَصِلُ الْقُدْرَةُ إِلَى الْعَجَلَةِ

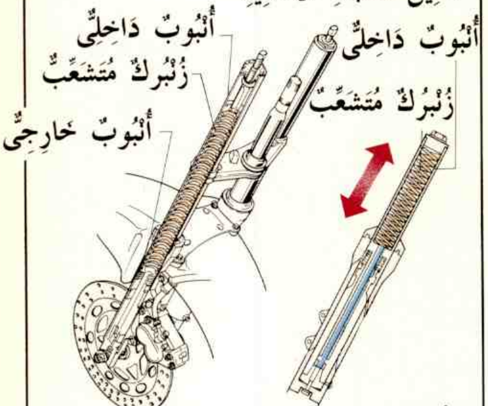
يَتَماثَلُ أَدَاءُ مُحرِّكُ الْموتُورسَيْكلِ مَعَ أَدَاءِ مُحرِّكِ السَّيَّارَةِ بِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ . فَاحْتِرَاقُ الْوَقُودِ دَاخِلَ أُسْطُوانَاتِ الْمُحرِّكِ يَضْغَطُ عَلَى الْكَبَّاسَاتِ (أقصى يمين) الَّتِى تُسَبِّبُ دَوَرَانَ الْعَمُودِ الْمِرْفَقِىِّ فَتَنْتَقِلُ الحَرَكَةُ الدَّائِرِيَّةُ إِلَى الْجَنْزِيرِ . وَلِأَنَّ هَذِهِ الحَرَكَةَ الدَّائِرِيَّةَ تَكُونُ سَرِيعَةً جِدًّا مِمَّا يَتَعَذَّرُ مَعَهُ نَقْلُهَا لِلْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ مُبَاشَرَةً ، فَإِنَّهُ يَجِبُ تَمْرِيرُهَا عَلَى تُرُوسِ نَقْلِ الْحَرَكَةِ لِتَقْلِيلِهَا بَعْضَ الشَّىْءِ . وَأَخِيرًا تَدُورُ الْعَجَلَةُ الْخَلْفِيَّةُ بِمُعَدَّلِ دَوْرَةٍ وَاحِدَةٍ كَامِلَةٍ مُقَابِلَ كُلِّ دَوْرَتَيْنِ لِعَمُودِ الْمِرْفَقِ .



جَعْلُ الرُّكُوبِ سَهْلًا

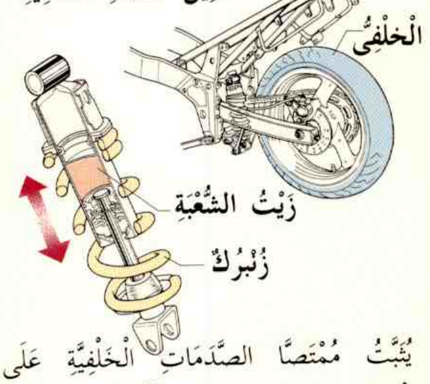
إنَّ نِظَامَ التَّعْلِيقِ الْمُحمَّلِ عَلَى زُنْبُرُكٍ ، وَالْمُرَكَّبِ عَلَى كُلٍّ مِنْ عَجَلَتَى الْموتُوسِيكل يُوَسِّدُ السَّائِقَ وَالْمحرِّكَ وَيَمْتَصُّ آثَارَ أَىِّ عَدَمِ اسْتِوَاءٍ فِى الطَّرِيقِ .

تَعْلِيقُ الْعَجَلَةِ الْأَمَامِيَّةِ



تَقِلُّ الاهْتِزَازَاتُ بِفَضْلِ الزُّنْبُرُكَاتِ الَّتِى تَمْتَصُّ الصَّدَمَاتِ وَالْمَوْجُودَةِ دَاخِلَ شُعَبٍ جَوْفَاءَ مَمْلُوءَةٍ بِالزَّيْتِ .

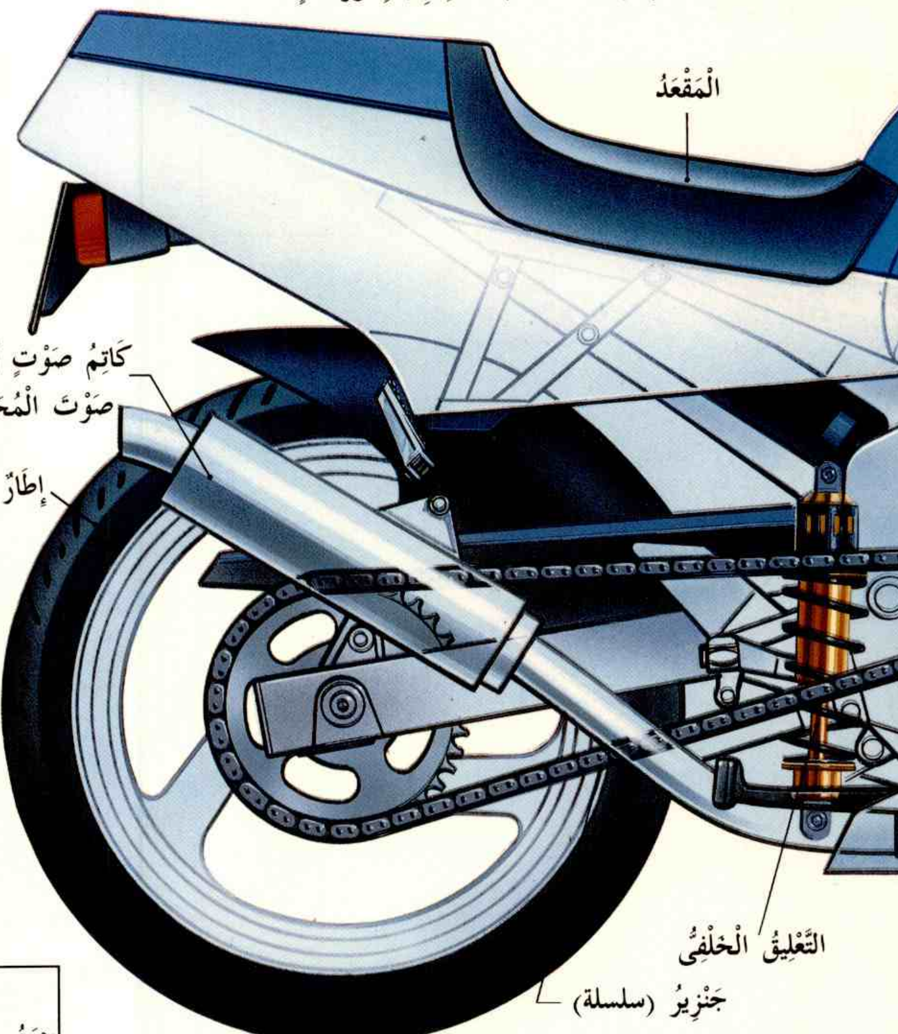
تَعْلِيقُ الْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ



يُثَبَّتُ مُمْتَصَّا الصَّدَمَاتِ الْخَلْفِيَّةِ عَلَى الْهَيْكَلِ ، وَاحِدٌ عَلَى كُلِّ جَانِبٍ مِن الْعَجَلَةِ .



يَصِلُ الْموتُورسَيكلِ إِلَى سُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ بِخِفَّةٍ وَرَشَاقَةٍ .





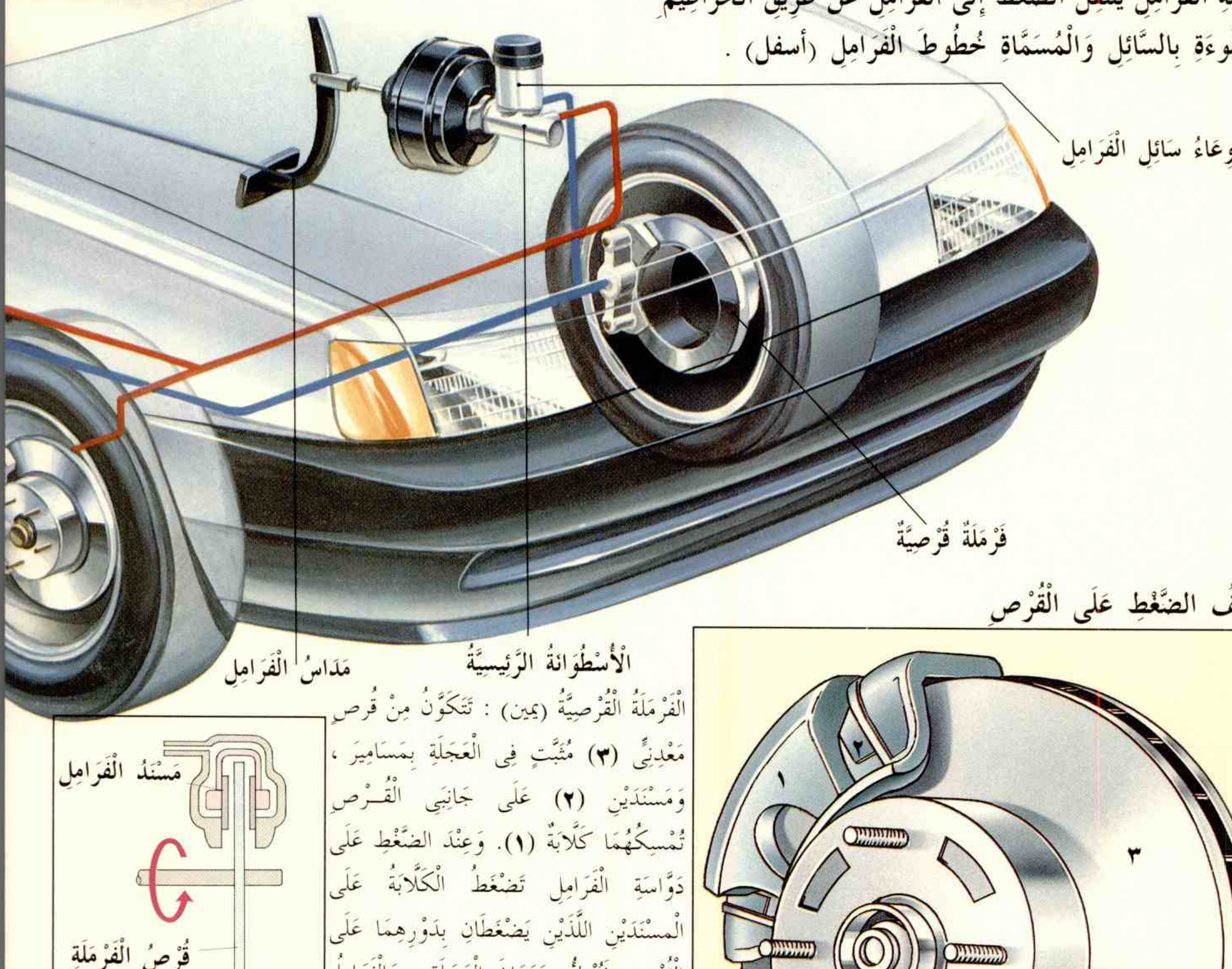
قُدْرَةٌ إِضَافِيَّةٌ مِنْ مُحَرِّكٍ ثُنَائِىِّ الشَّوْطِ

تؤدى الْمُحرِّكَاتُ رُبَاعِيَّةُ الْأَشْوَاطِ أَرْبَعَ خُطُوَاتٍ هِىَ : سَحْبُ الْهَوَاءِ ثُمَّ الضَّغْطُ ثُمَّ الِاحْتِرَاقُ وَأَخِيرًا طَرْدُ الْعَادِمِ . وَلِإِتْمَامِهَا تَدُورُ الْكَبَّاسَاتُ دَوْرَتَيْنِ كَامِلَتَيْنِ فَيَحْدُثُ احْتِرَاقٌ مُتحكَّمٌ فِيهِ فِى كُلِّ مَرَّةٍ يَرْتَفِعُ فِيهَا الْكَبَّاسُ لِأَعْلَى . وَيُؤَدِّى مُحَرِّكُ الْمُوتُورسَيكل ثُنَائِى الشَّوْطِ نَفْسَ الْخُطُوَاتِ مَعَ دَوْرَةِ كُلِّ كَبَّاسٍ . فَعِنْدَ ارْتِفَاعِ الْكَبَّاسِ يَتِمُّ سَحْبُ الْهَوَاءِ وَكَبْسُهُ (يسار قريب)، وَأَثْنَاءَ الْهُبُوطِ يَتِمُّ الِاحْتِرَاقُ وَطَرْدُ الْعَادِمِ (يسار بعيد). فَتَكون قُدْرَةُ مُحَرِّكٍ ثُنَائِى ضِعْفَ قُدْرَةِ مُحَرِّكٍ رُبَاعِىٍّ لَهُ نَفْسُ عَدَدِ الدَّوْرَاتِ فِى الدَّقِيقَةِ . وَرَغْمَ أَنَّ حَجْمَ الْمُحَرِّكِ وَالِاحْتِكَاكَ يُقَلِّلَانِ مِن الْفَائِدَةِ إِلَّا أَنَّ قُدْرَةَ الثُّنَائِىِّ مَازَالَتْ حوالى مَرَّةٍ وَنِصْفٍ مِثْلَ قُدْرَةِ الرُّبَاعِىِّ .

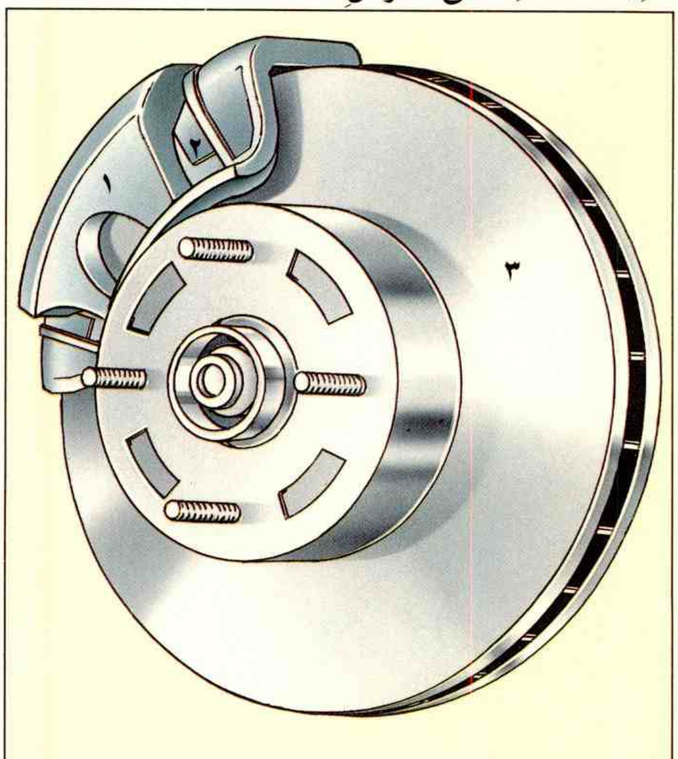
كَيْفَ تُوقِفُ الْفَرَامِلُ (المكابح) السَّيَّارَةَ؟

إِنَّ النَّوْعَيْنِ الْأَسَاسِيَّيْنِ مِنْ أَنْظِمَةِ الْفَرَامِلِ هُمَا : الْفَرَامِلُ الْبِرْمِيلِيَّةُ وَالْفَرَامِلُ الْقُرْصِيَّةُ ، وَكِلَاهُمَا يُوقِفُ السَّيَّارَةَ بِإِحْدَاثِ احْتِكَاكٍ عِنْدَ عَجَلَاتِهَا . فَالْفَرَامِلُ الْبِرْمِيلِيَّةُ تُحْدِثُ الِاحْتِكَاكَ بِضَغْطِ مَسْنَدَيْنِ عَلَى الْجِدَارِ الدَّاخِلِيِّ لِبِرْمِيلٍ هُوَ أَحَدُ أَجْزَاءِ الْعَجَلَةِ (مقابل أسفل).

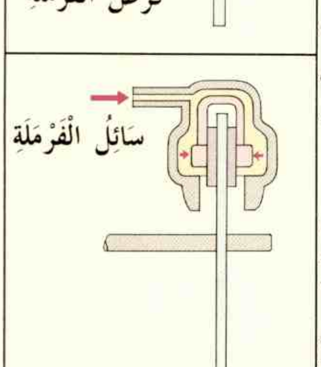
أَمَّا الْفَرَامِلُ الْقُرْصِيَّةُ ـــ وَهِيَ الْأَحْدَثُ وَالْأَكْثَرُ انْتِشَارًا ـــ فَتَقْبِضُ بِمُنْتَهَى الْبَسَاطَةِ عَلَى قُرْصٍ بَيْنَ مَسْنَدَيْنِ (أسفل). وَفِي كِلَا هَذَيْنِ النَّوْعَيْنِ مِنَ الْفَرَامِلِ ، فَإِنَّهُ عِنْدَمَا يَضْغَطُ السَّائِقُ عَلَى دَوَّاسَةِ الْفَرَامِلِ يَنْتَقِلُ الضَّغْطُ إِلَى الْفَرَامِلِ عَنْ طَرِيقِ الْخَرَاطِيمِ الْمَمْلُوءَةِ بِالسَّائِلِ وَالْمُسَمَّاةِ خُطُوطَ الْفَرَامِلِ (أسفل) .



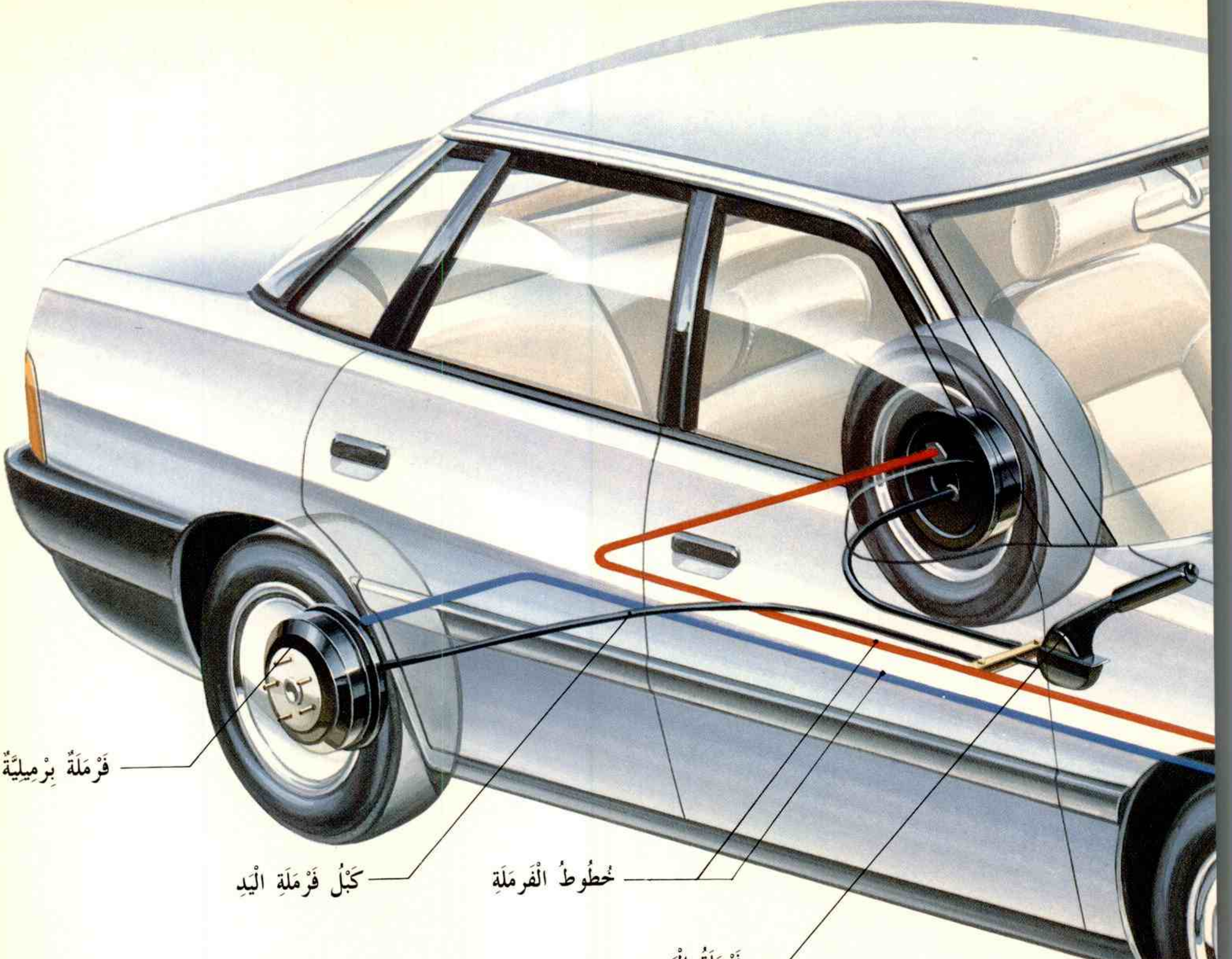
تَكْثِيفُ الضَّغْطِ عَلَى الْقُرْصِ



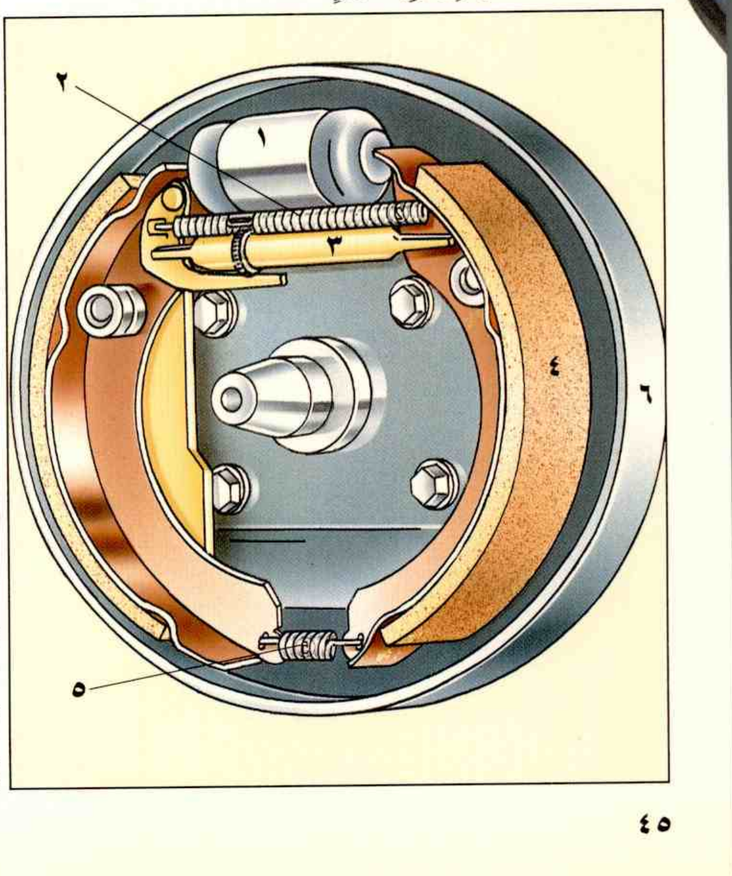
الْفَرْمَلَةُ الْقُرْصِيَّةُ (يمين) : تَتَكَوَّنُ مِنْ قُرْصٍ مَعْدِنِيٍّ (٣) مُثَبَّتٍ فِي الْعَجَلَةِ بِمَسَامِيرَ ، وَمَسْنَدَيْنِ (٢) عَلَى جَانِبَيِ الْقُرْصِ تُمْسِكُهُمَا كَلَّابَةٌ (١). وَعِنْدَ الضَّغْطِ عَلَى دَوَّاسَةِ الْفَرَامِلِ تَضْغَطُ الْكَلَّابَةُ عَلَى الْمَسْنَدَيْنِ اللَّذَيْنِ يَضْغَطَانِ بِدَوْرِهِمَا عَلَى الْقُرْصِ فَيُبْطِئُ دَوَرَانَ الْعَجَلَةِ . وَالْفَرَامِلُ الْقُرْصِيَّةُ أَكْثَرُ كَفَاءَةً فِي الْأَدَاءِ مِنَ الْفَرَامِلِ الدَّارِيَّةِ نَظَرًا لِأَنَّهَا تَبْرُدُ أَسْرَعَ مِنْهَا ، وَتَنْفُضُ الْمَاءَ أَسْرَعَ أَيْضًا .



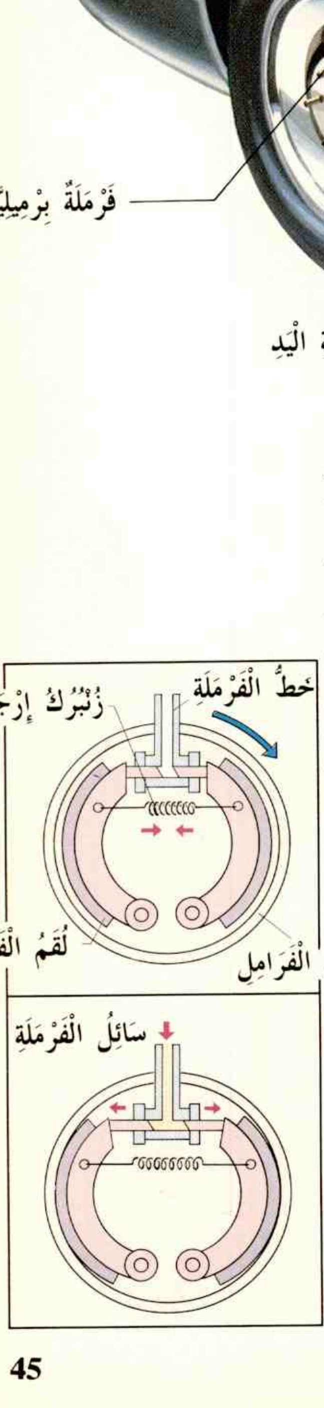
تَلْتَصِقُ كَلَّابَتَا الْفَرَامِلِ بِالْمَسْنَدَيْنِ وَلَكِنَّهَا لَا تَلْتَصِقُ بِالْقُرْصِ (أعلى يسار). وَالضَّغْطُ عَلَى دَوَّاسَةِ الْفَرَامِلِ يُزِيدُ الضَّغْطَ عَلَى سَائِلِ الْفَرْمَلَةِ (أسفل يسار) الَّذِي يَضْغَطُ عَلَى الْمَسْنَدَيْنِ ضِدَّ الْقُرْصِ .



الِاحْتِكَاكُ دَاخِلَ بِرْمِيلٍ دَوَّارٍ

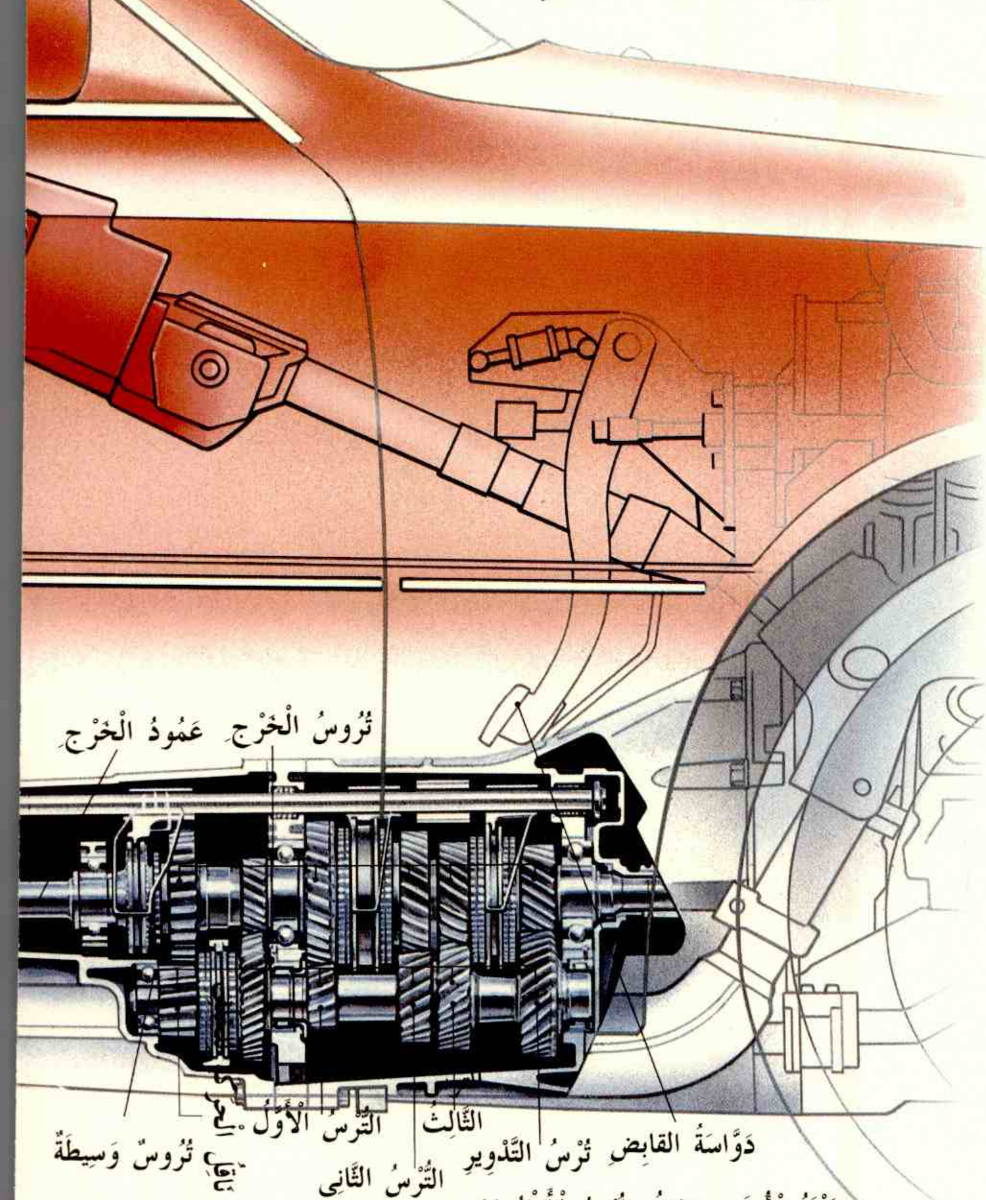


عِنْدَ الضَّغْطِ عَلَى مَدَاسِ الْفَرْمَلَةِ تَضْغَطُ أُسْطُوَانَةُ الْعَجَلَةِ (١) بِدَوْرِهَا عَلَى حِذائَى الْفَرْمَلَةِ (٤ ونظيرتها) فَتُبَاعِدُ بَيْنَهُمَا لِتَرْتَكِزَ عَلَى الْمِرْسَاةِ (٥). ثُمَّ يَضْغَطُ الحذاءان بِشِدَّةٍ عَلَى جِدَارِ البرميلِ المعدنىِّ (٦) والمثبَّتِ بِالْعَجَلَةِ . وَعِنْدَ رَفْعِ الضَّغْطِ عَنِ الدَّوَّاسَةِ يَعْمَلُ زُنْبُركُ الْإِرْجَاعِ (٢) عَلَى عَوْدَةِ اللُّقْمَتَيْنِ إِلَى وَضْعِهِمَا الْأَصْلِىِّ . وَيُسْتَخْدَمُ الْمعَدَّلُ (٣) لِضَبْطِ أَوْضَاعِ اللُّقَمِ .



عِنْدَ عَدَمِ اسْتِخْدَامِ الْفَرَامِلِ يُحَافِظُ زُنْبُركُ الْإِرْجَاعِ (أعلى يسار) عَلَى إِبْعَادِ الحِذاءَيْنِ عَنِ البرميلِ الْمعْدِنى . وَالضَّغْطُ الْحَادِثُ مِنْ خَطِّ الْفَرْمَلَةِ (أسفل يسار) يُحَرِّكُ كَبَّاسَاتِ أُسْطُوَانَةِ الْعَجَلَةِ لِتَضْغَطَ عَلَى أَحْذِيَةِ الْفَرْمَلَةِ الَّتى تَضْغَطُ عَلَى البرميلِ فَتُبْطِئُ الْعَجَلَةَ بِالِاحْتِكَاكِ .

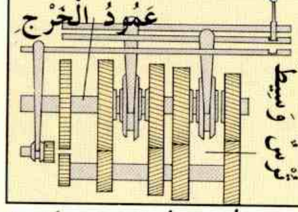
مَا هِىَ عَمَلِيَّةُ نَقْلِ الْحَرَكَةِ؟



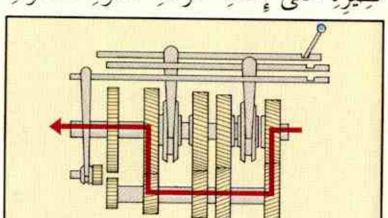
إنَّ نِظَامَ نَقْلِ الْحَرَكَةِ بِالسَّيَّارَةِ يَنْقُلُ الْقُوَّةَ الدَّوَّارَةَ ــ وَالْمُسَمَّاةَ عَزْمَ الدَّورَانِ ــ مِنْ مُحَرِّكِ السَّيَّارَةِ إلَى عَجَلَاتِهَا . وَتَضْبِطُ تُرُوسُ نَقْلِ الحَرَكَةِ أَيْضًا الْقُوَّةَ لِتُسْتَخْدَمَ لِأَنْوَاعٍ مُخْتَلِفَةٍ مِن التَّدْوِيرِ . فَالسَّيَّارَةُ الَّتِى تَصْعَدُ تَلًّا شَدِيدَ الِانْحِدَارِ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ تُرُوسُهَا مَضْبُوطَةً عَلَى التَّعْشِيقَةِ الْأَبْطَأِ مِنْ تِلْكَ الَّتِى تَحْتَاجُهَا السَّيَّارَةُ الْمتَحرِّكَةُ عَلَى طَرِيقٍ سَرِيعٍ مُسْتَوِى السَّطْحِ . فَتَعْشِيقَةُ التُّرُوسِ الْبَطِيئَةُ تُعْطِى عَزْمَ تَدْوِيرٍ أَقْوَى لِكَىْ تَتَحرَّكَ السَّيَّارَةُ بِبُطْءٍ ، أَمَّا تَعْشِيقَةُ السُّرْعَةِ الْعَالِيَةِ فَتُعْطِى السَّيَّارَةَ سُرْعَةً أَكْبَرَ . وَتَتِمُّ كُلُّ نَقْلَةٍ إِمَّا يَدوِيًّا أَوْ ذَاتِيًّا . وَلِتَعْشِيقِ تُرُوسِ سَيَّارَةٍ يَدَوِيَّةِ النَّقْلِ (يسار) فَإِنَّ السَّائِقَ يَجِبُ أَنْ يَضْغَطَ أَوَّلًا عَلَى مَدَاسِ الْقَابِضِ لِيُحرِّرَ الْمُحَرِّكَ مِنَ التَّعْشِيقِ ، ثُمَّ يُحرِّكُ ذِرَاعَ نَقْلِ التُّرُوسِ لِيَخْتَارَ تُرْسًا آخَرَ وَيَرْفَعَ قَدَمَهُ مِنْ عَلَى دَوَّاسَةِ الدُّوبْرِيتَاج لِيُعَشِّقَ التُّرْسَ بِالْمُحرِّكِ مَرَّةً أُخْرَى ، وَمِنْ ثُمَّ تَصِلُ الْقُوَّةُ لِلْعَجَلَاتِ مَرَّةً أُخْرَى . أَمَّا النَّقْلُ الذَّاتِىُّ فَيَتِمُّ بِتَقْدِيرِ وَضْعِ مَدَاسِ الْمُسَرِّعِ بِالنِّسْبَةِ لِسُرْعَةِ السَّيَّارَةِ ثُمَّ يُغَيِّرُ التُّرُسُ تِلْقَائِيًّا .

النَّقْلُ الْيَدَوِىُّ لِلحرَكَةِ

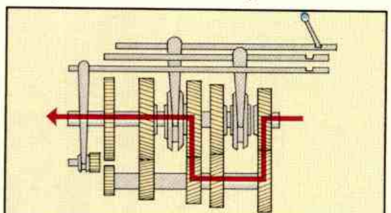
تُبَيِّنُ الْأَشْكَالُ التَّوْضِيحِيَّةُ الْمقَابِلَةُ كَيْفِيَّةَ قِيَامِ تُرُوسِ نَقْلِ الْحَرَكَةِ بِوَظِيفَتِهَا . فَقُدْرَةُ الْمُحرِّكِ تَسْلُكُ فِى صُنْدُوقِ التُّرُوسِ مَسَارَاتٍ مُخْتَلِفَةً (الأسهم الحمراء) عِنْدَ اسْتِخْدَامِ كُلِّ تُرْسٍ ، كَمَا تُؤَثِّرُ بِقُوَّةٍ مُخْتَلِفَةٍ عَلَى الْعَجَلَاتِ .



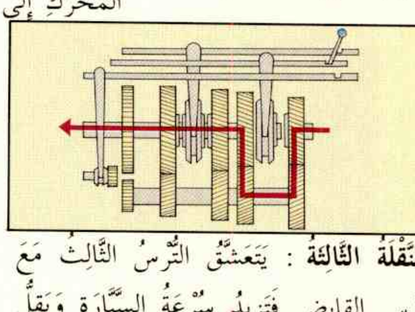
التَّعَادُلُ (التُّرُوسُ غَيْرُ مُعَشَّقَةٍ) : لَا تَصِلُ طَاقَةُ الْمُحرِّكِ إِلَى الْعَجَلَاتِ .



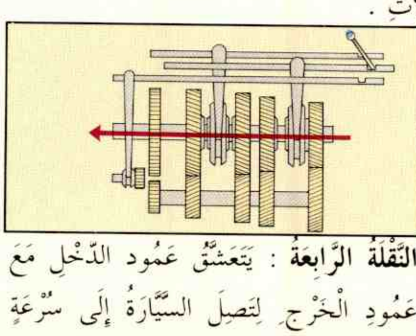
النَّقْلَةُ الْأُولَى : يَعْمَلُ التُّرْسُ الْأَكْبَرُ مَعَ نَظِيرِهِ عَلَى إِعَاقَةِ حَرَكَةِ عَمُودِ الْمنَاوَلَةِ الْوَسِيطِ . وَتُصْبِحُ السُّرْعَةُ بَطِيئَةً وَلَكِنْ بِقُدْرَةٍ عَالِيَةٍ .



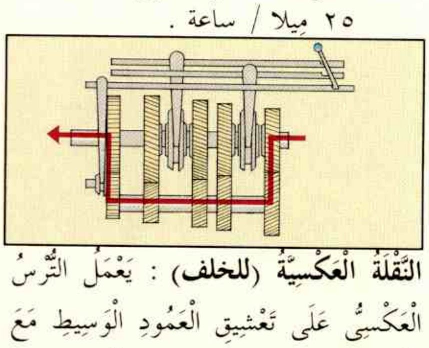
النَّقْلَةُ الثَّانِيَةُ : يَتَعَشَّقُ التُّرْسُ الثَّانِى مَعَ تُرْسِ القَابِضِ . وَتَبْلُغُ السُّرْعَةُ الْقُصْوَى مِنْ ١٥ — ٢٥ مِيلا / ساعة .



النَّقْلَةُ الثَّالِثَةُ : يَتَعَشَّقُ التُّرْسُ الثَّالِثُ مَعَ تُرْسِ القَابِضِ فَتَزِيدُ سُرْعَةُ السَّيَّارَةِ وَيَقِلُّ عَزْمُ الدَّوران .



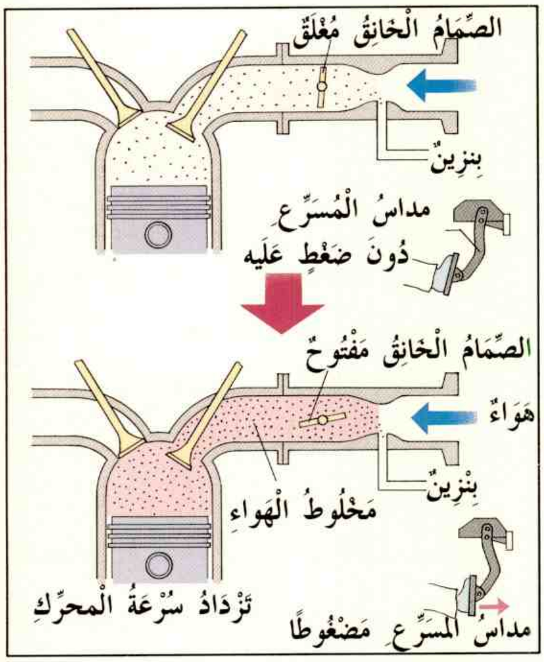
النَّقْلَةُ الرَّابِعَةُ : يَتَعَشَّقُ عَمُود الدَّخْلِ مَعَ عَمُودِ الْخَرْجِ لِتَصِلَ السَّيَّارَةُ إِلَى سُرْعَةٍ قُصْوَى وَعَزْمِ دورانٍ ضَعِيفٍ جِدًّا .

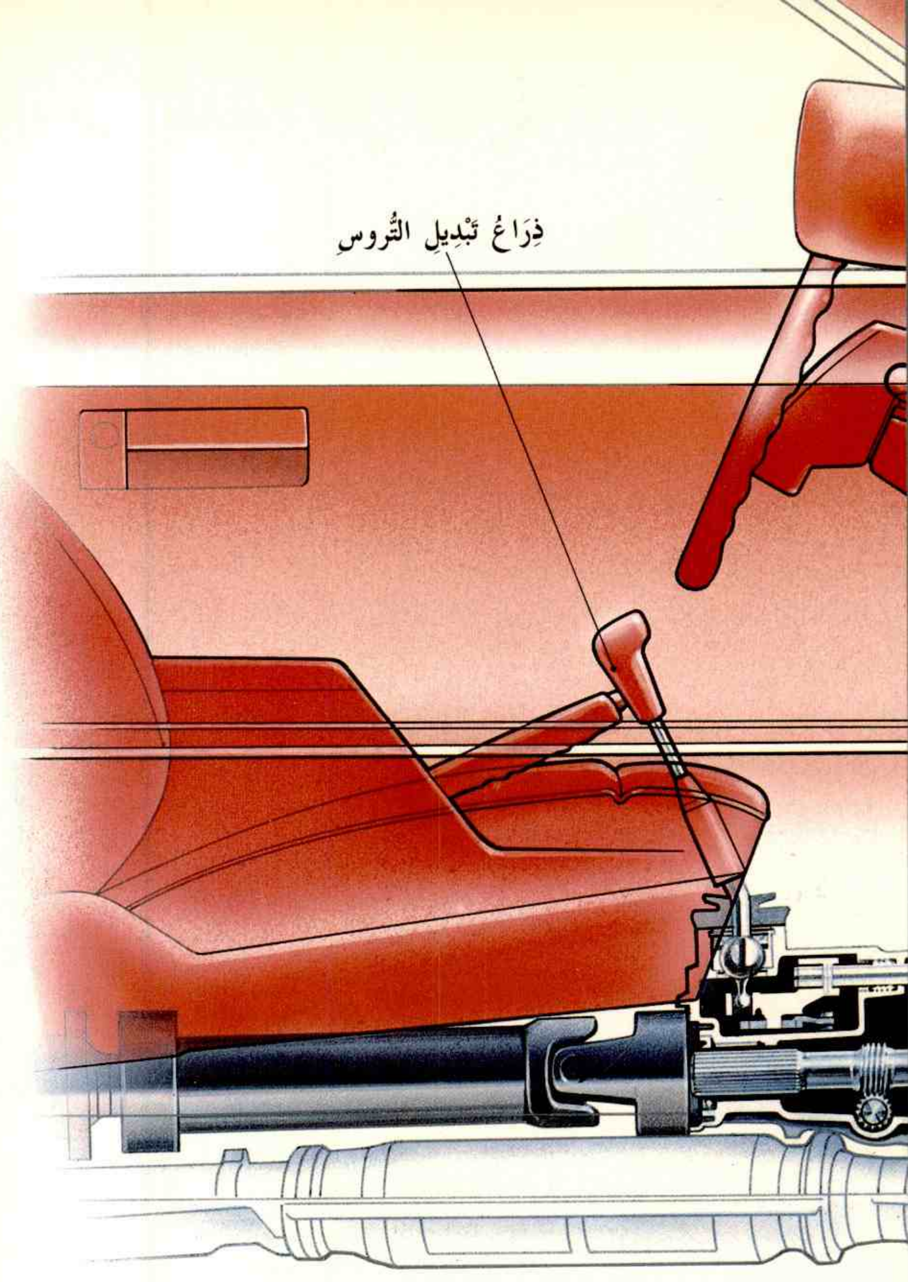


النَّقْلَةُ الْعَكْسِيَّةُ (للخلف) : يَعْمَلُ التُّرْسُ الْعَكْسِىُّ عَلَى تَعْشِيقِ الْعَمُودِ الْوَسِيطِ مَعَ التُّرُوسِ الرَّئِيسِيَّةِ لِيُدِيرَ عَمُودَ الْخَرْجِ فِى الِاتِّجَاهِ الْعَكْسِىِّ .

كَيْفَ يَعْمَلُ مُعَجِّلُ سُرْعَةِ الْمُحرِّكِ ؟

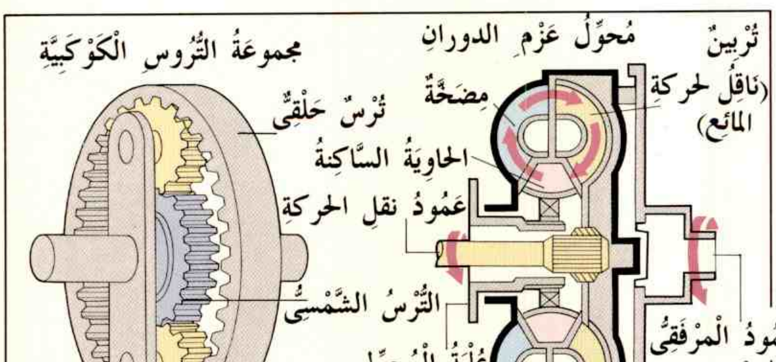
تُقاسُ عَدَدُ دَوْرَاتِ الْمحرِّكِ فِى الدَّقِيقَةِ بِكَمِّيَّةِ الْوَقُودِ الَّتِى تَمُرُّ مِن الْكَرْبُونِ (المغذى) إِلَى الْأُسْطُوانَاتِ . وَيُنَظِّمُ مَدَاسُ المسرِّعِ الْمَوجُودُ بِأَرْضِيَّةِ السَّيَّارَةِ أَمَامَ السَّائِقِ ــ حَرَكَةَ صِمَامِ خَنْقِ الْكَرْبُورِيتَر الَّذِى يُنَظِّمُ بِدَوْرِهِ تَدَفُّقَ هَذَا الْوَقُودِ . فَعِنْدَمَا يَضْغَطُ السَّائِقُ بِقَدَمِهِ عَلَى مَداسِ المسرِّعِ يَنْفَتِحُ الصِّمَامُ الْخَانِقُ وَيَزْدَادُ تَدَفُّقُ الْوَقُودِ . وَعِنْدَمَا يُقَلِّلُ السَّائِقُ مِنْ ضَغْطِ قَدَمِهِ عَلَى مَداسِ الْمُسرِّعِ ، يُقْفَلُ الصِّمَامُ الْخَانِقُ وَيَقِلُّ تَدَفُّقُ الْوَقُودِ ، فَيَقِلُّ كُلٌّ مِنْ عَدَدِ دَوْرَاتِ الْمُحرِّكِ فِى الدَّقِيقَةِ وَسُرْعَةِ السَّيَّارَةِ .

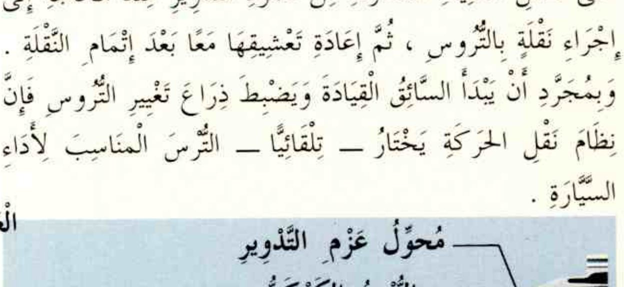




نَقْلُ الْحَرَكَةِ التِّلْقائِىُّ

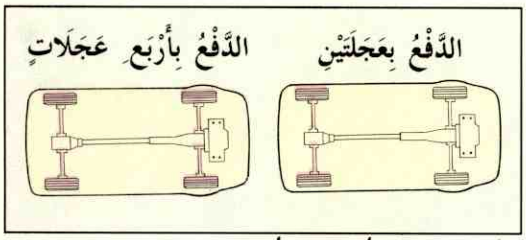
إِنَّ جِهازَ نَقْلِ الحرَكَةِ ذَاتِيًّا غَيْرُ مُزَوَّدٍ بِمداسِ القابضِ ، وَلكِنْ يَعْمَلُ مُحوِّلُ عَزْمِ الدَّورانِ وَتَعْشِيقَةُ التُّروسِ الْكَوْكَبِيَّةِ (يسار) عَلَى فَصْلِ تَعْشِيقَةِ الْمُحرِّكِ مِنْ عَمُودِ التَّدْوِيرِ عِنْدَ الْحَاجَةِ إِلَى إِجْرَاءِ نَقْلَةٍ بِالتُّروسِ ، ثُمَّ إِعادَةِ تَعْشِيقِهَا مَعًا بَعْدَ إِتْمامِ النَّقْلَةِ . وَبِمُجَرَّدِ أَنْ يَبْدَأَ السَّائِقُ الْقِيَادَةَ وَيَضْبِطَ ذِرَاعَ تَغْيِيرِ التُّروسِ فَإِنَّ نِظَامَ نَقْلِ الحرَكَةِ يَخْتَارُ ــ تِلْقَائِيًّا ــ التُّرسَ الْمناسِبَ لِأَدَاءِ السَّيَّارَةِ .



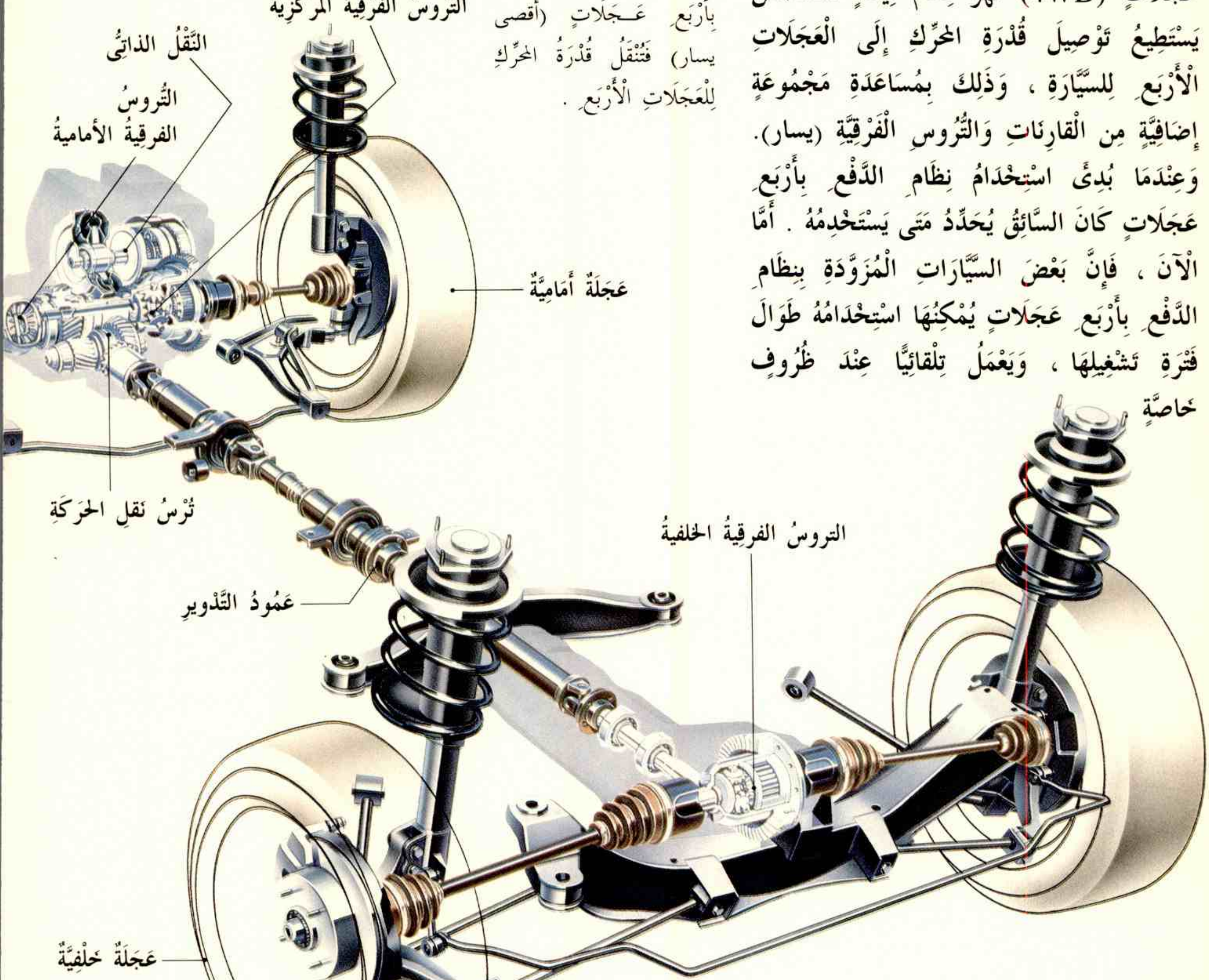


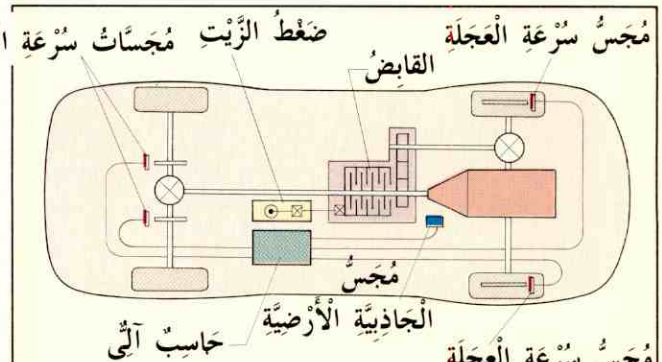
مَا هُوَ الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ؟

تَعْتَمِدُ بِنْيَةُ مُعْظَمِ السَّيَّارَاتِ عَلَى الدَّفْعِ بِعَجَلَتَيْنِ (2WD) حَيْثُ تَصِلُ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ إِلَى زَوْجٍ وَاحِدٍ فَقَطْ مِن الْعَجَلاتِ ، إما الْعَجَلَتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ أَو الْخَلْفِيَّتَيْنِ . أَمَّا الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ (4WD) فَهُوَ نِظَامُ قِيَادَةٍ مُتَخَصِّصٌ يَسْتَطِيعُ تَوْصِيلَ قُدْرَةِ المحرِّكِ إِلَى الْعَجَلاتِ الْأَرْبعِ لِلسَّيَّارَةِ ، وَذَلِكَ بِمُسَاعَدَةِ مَجْمُوعَةٍ إِضَافِيَّةٍ مِن الْقارِنَاتِ وَالتُّروسِ الْفَرْقِيَّةِ (يسار). وَعِنْدَمَا بُدِئَ اسْتِخْدَامُ نِظَامِ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ كَانَ السَّائِقُ يُحَدِّدُ مَتى يَسْتَخْدِمُهُ . أَمَّا الْآنَ ، فَإِنَّ بَعْضَ السَّيَّارَاتِ الْمُزَوَّدَةِ بِنظَامِ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ يُمْكِنُهَا اسْتِخْدَامُهُ طَوَالَ فَتْرَةِ تَشْغِيلِهَا ، وَيَعْمَلُ تِلْقَائِيًّا عِنْدَ ظُرُوفٍ خَاصَّةٍ.



فِي نِظَامِ الدَّفْعِ بِعَجَلَتَيْنِ (يسار) تُنْقَلُ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ (اللون الوردى) إِلَى عَجَلَتَيْنِ فَقَطْ (هُنَا الْعَجَلَتَانِ الْخَلْفِيَّتَانِ). أَمَّا عِنْدَ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ (أقصى يسار) فَتُنْقَلُ قُدْرَةُ المحرِّكِ لِلْعَجَلاتِ الْأَرْبعِ .

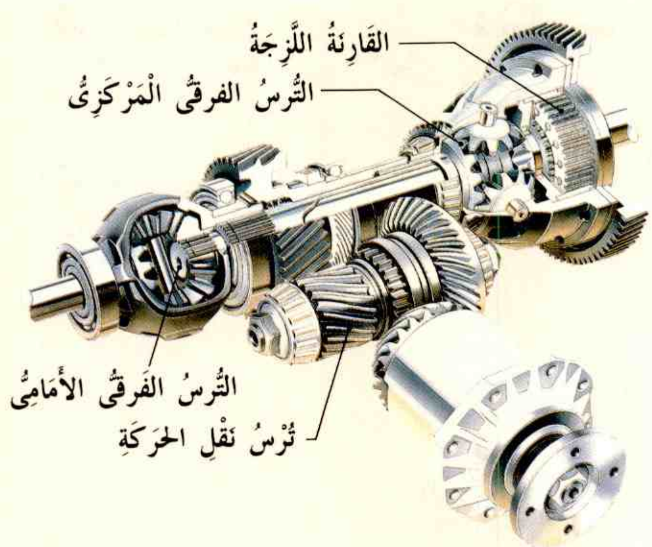




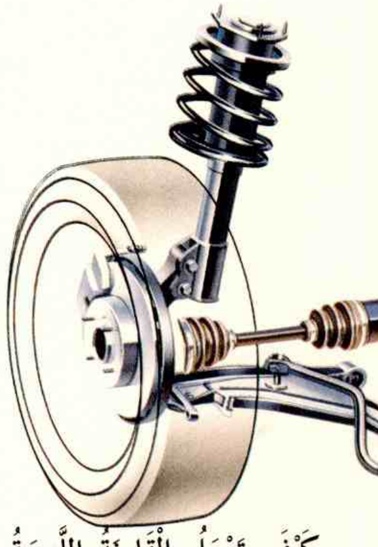
التَّشَبُّثُ بالطريقِ

الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ يُسَاعِدُ السَّيَّارَةَ عَلَى السَّيْرِ بِأَمَانٍ عَلَى الْأَسْطُحِ الزَّلِقَةِ أَوْ غَيْرِ الْمُسْتَوِيَةِ . وَذَلِكَ لِأَنَّ الْمُحَسَّاتِ تُرَاقِبُ سُرْعَةَ كُلِّ عَجَلَةٍ مِن الْعَجَلاتِ الْأَرْبعِ . وَإِذَا بَدَأَتْ أَى عَجَلَةٍ فِي التَّدْوِيمِ ، فَإِنَّ الْحَاسِبَ يَسْحَبُ الْقُدْرَةَ عَن الْمَحَسِّ الْخَاصِّ بِهَا ، وَيُعِيدُ تَوْزِيعَ الْقُدْرَةِ عَلَى بَاقِى الْعَجَلاتِ لِيُوَفِّرَ تَلامُسًا أَفْضَلَ عَلَى الْأَرْضِ .

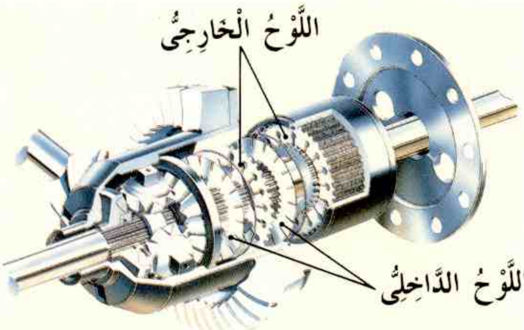
أَرْبَعُ عَجَلاتٍ بِأَرْبَعِ سُرْعَاتٍ



يَتَحَكَّمُ التُّرسُ الفَرْقِيُّ المَرْكَزِيُّ فِي سُرعَةِ الدَّوَرَانِ الْفَرْدِيَّةِ لِلْعَجَلاتِ الْأَرْبَعِ . وَفِي الْوَاقِعِ ، فَإِنَّهُ يَسْمَحُ لِكُلِّ عَجَلَةٍ بِالدَّوَرَانِ بِسُرْعَةٍ مُخْتَلِفَةٍ إِذَا لَزِمَ الْأَمْرُ ، وَذَلِكَ كَمَا فِي حَالَةِ سَيْرِ السَّيَّارَةِ فِي الْمنعَطَفَاتِ . فَنِظَامُ الدَّفعِ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ نِظَامٌ تِلْقَائِيٌّ بِالْكَامِلِ بِفَضْلِ تُرْسٍ مُرَكَّبٍ آخَرَ يُسَمَّى الْقَارِنَةَ اللَّزِجَةَ .

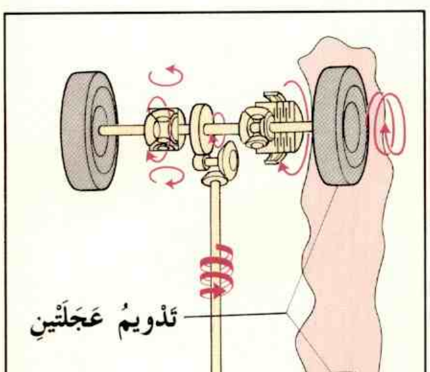


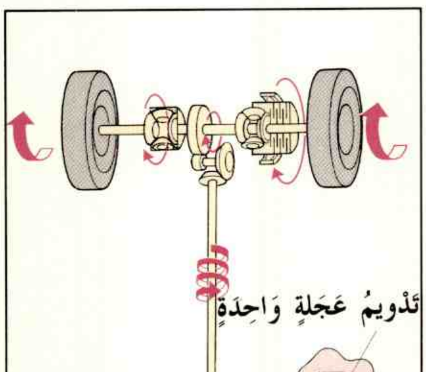
نَظْرَةٌ عَلَى الْقَارِنَةِ اللَّزِجَةِ مِن الدَّاخِلِ



يَبْلُغُ طُولُ الْقَارِنَةِ اللَّزِجَةِ حَوَالَى ٤ بُوصَاتٍ ، وَبِدَاخِلِهَا لَوْحٌ قُرْصِيُّ الشَّكْلِ وَيَمْلَؤُهَا سَائِلُ «سِيلِيكُونِيٌّ» غَلِيظُ الْقَوَامِ . وَتَصِلُ قُدْرَةُ الْمحرِّكِ إِلَى أَعْمِدَةِ التَّدْوِيرِ الدَّاخِلِيَّةِ ثُمَّ تَنْتَقِلُ إِلَى الْعَجَلاتِ الْخَلْفِيَّةِ بِوَاسِطَةِ الْأَلْوَاحِ الْخَارِجِيَّةِ الْمُوَصَّلَةِ بِعَمُودِ التَّدْوِيرِ .

كَيْفَ تَعْمَلُ الْقَارِنَةُ اللَّزِجَةُ ؟

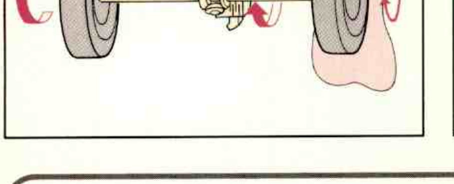




فِي حَالَةِ عَدَمِ انْزِلَاقِ الْعَجَلاتِ ، فَإِنَّ اللَّوْحَيْنِ الدَّاخِلِيَّ وَالْخَارِجِيَّ يَدُورَانِ بِنَفْسِ السُّرْعَةِ . أَمَّا فِي حَالَةِ تَدْوِيمِ أَيِّ عَجَلَةٍ ، فَإِنَّ سُرْعَةَ اللَّوْحِ الْمتَزَايِدَةَ تُنَشِّطُ الْقَارِنَةَ اللَّزِجَةَ الَّتِي يَغْمُرُ سَائِلُهَا اللَّزِجُ الْغَلِيظُ الْقَوَامِ الْأَلْوَاحَ بِهَدَفِ إِبْطَاءِ سُرْعَةِ دَوَرَانِ الْعَجَلَةِ ، فَيَتَوَقَّفُ انْزِلَاقُ الْعَجَلَةِ ، وَسُرْعَانَ مَا تَسْتَرْجِعُ السَّيَّارَةُ سَيْرَهَا الْمُنْتَظِمَ . وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ ، فَإِنَّ اللَّوْحَ الدَّاخِلِيَّ سَرِيعَ الدَّوَرَانِ يَجْذِبُ اللَّوْحَ الْخَارِجِيَّ بَطِيءَ الدَّوَرَانِ فَتَزِيدُ سُرْعَةُ المحرِّكِ . وَهَكَذَا تَتَجَنَّبُ السَّيَّارَةُ التَّزَحْلُقَ عَلَى الطَّرِيقِ دُونَ إِبْطَاءِ سُرْعَتِهَا أَوْ قُدْرَةِ تَدْوِيرِهَا .

كَيْفَ يَكُونُ الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ اخْتِيَارِيًّا ؟

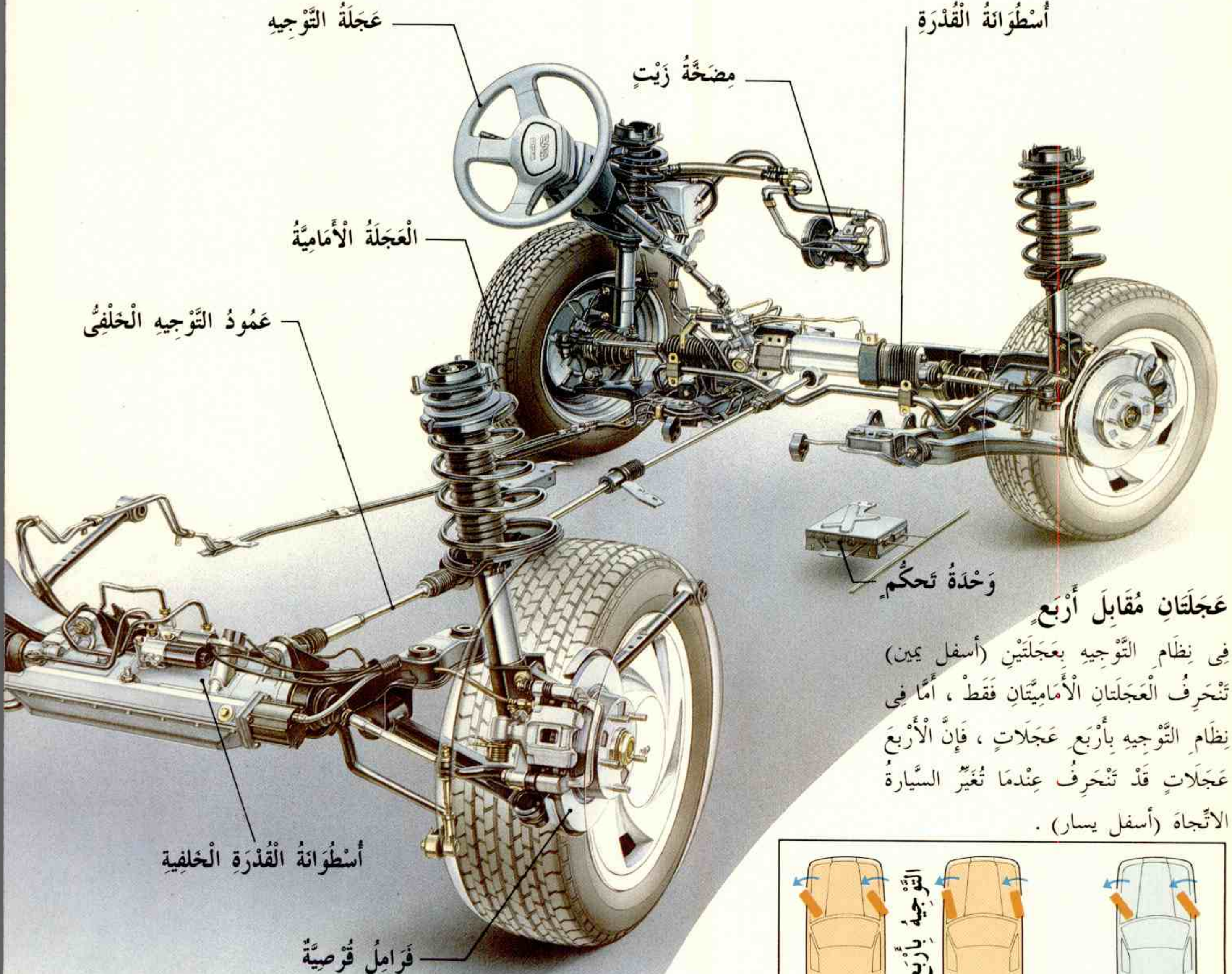




فِي الْمَرْكَبَاتِ الْمُزَوَّدَةِ بِنِظَامٍ اخْتِيَارِيٍّ لِلدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ ، يَسْتَخْدِمُ السَّائِقُ قَابِضًا خَاصًّا (المقبض الوردى) لِيَخْتَارَ بَيْنَ الدَّفْعِ بِعَجَلَتَيْنِ أَوِ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلاتٍ . فَعِنْدَمَا تَسِيرُ السَّيَّارَةُ بِدَفْعِ عَجَلَتَيْنِ (يسار) يَنْفَصِلُ تُرْسُ النَّقْلِ عَنِ الْقَابِضِ الْكِلَابِيِّ بِحَيْثُ تَصِلُ الْقُدْرَةُ إِلَى الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ وَتَنْتَقِلُ الْقُدْرَةُ إِلَى الْعَجَلاتِ الْأَمَامِيَّةِ أَيْضًا بِوَاسِطَةِ عَمُودِ تَدْوِيرٍ ثَانٍ .

ما هو التَّوْجيه بأَرْبَعِ عجلاتٍ؟

عِنْدَ تَوْجِيهِ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ فِى الْمنعطَفاتِ ، يَلُفُّ السَّائِقُ عَجلَةَ التَّوْجِيهِ لِيُغَيِّرَ اتِّجَاهَ الْعَجلتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ بَيْنَما تَظَلُّ الْعَجلَتَانِ الْخَلْفِيَّتَانِ مُسْتَقِيمَتَى الِاتِّجَاهِ لِلأَمَامِ . وَيُعْرَفُ هَذا بِنِظَامِ التَّوْجِيهِ بِعَجلَتَيْنِ (2WS). وَقَدْ بَدَأَتْ بَعْضُ الْمصانِعِ إِنْتَاجَ سَيَّارَاتٍ تُوَجَّهُ بِأَرْبَعِ عَجلَاتٍ (4WS) . وَرغْمَ تَنَوُّعِ أَنْظِمَةِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجلاتٍ ، فَفِى مُعْظَمِهَا تَنْحرِفُ الْعَجلاتُ الْخَلْفِيَّةُ فِى نَفْسِ اتِّجاهِ انْحِرَافِ الْعَجلاتِ الْأَمَامِيَّةِ أَثْنَاءَ اجْتِيَازِ الْمُنْعطَفاتِ بِسُرْعَةٍ . أَمَّا عِنْدَ السُّرْعَاتِ الْبَطِيئَةِ ، فَإِنَّ نِظَامَ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجلاتٍ يَحْرِفُ الْعَجلاتِ الْخَلْفِيَّةَ فِى عَكْسِ اتِّجاهِ انْحِرَافِ الْعَجلاتِ الْأَمَامِيَّةِ (أعلى مقابل)، وَبِذَلِكَ تَتَمَكَّنُ السَّيَّارَةُ مِن اجْتِيَازِ الْمُنْعطَفاتِ بِزَاوِيَةٍ أَضْيَقَ مِنْ ذِى قَبْلُ . وَهَذا يُسَاعِدُ السَّيَّارَةَ عَلَى سُهُولَةِ الحرَكَةِ وَالْوُقُوفِ فِى أَمَاكِنِ الِانْتِظَارِ دَاخِلَ الْمُدُنِ . وَقَدْ أَثْبَتَتْ مُعْظَمُ اخْتِبَارَاتِ الطُّرُقِ لِأَنْظِمَةِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجلاتٍ أَنَّهَا تَجْعَلُ الْقِيَادَةَ أَكْثَرَ أَمَانًا . وَلَمْ يُصْبِحْ هذا النِّظَامُ شَائِعًا بَعْدُ ، لِأَنَّ مُعْظَمَ السَّائِقِينَ يَرُونَ أَنَّ تَكْلِفَتَهُ تَفُوقُ مَزَايَاهُ .

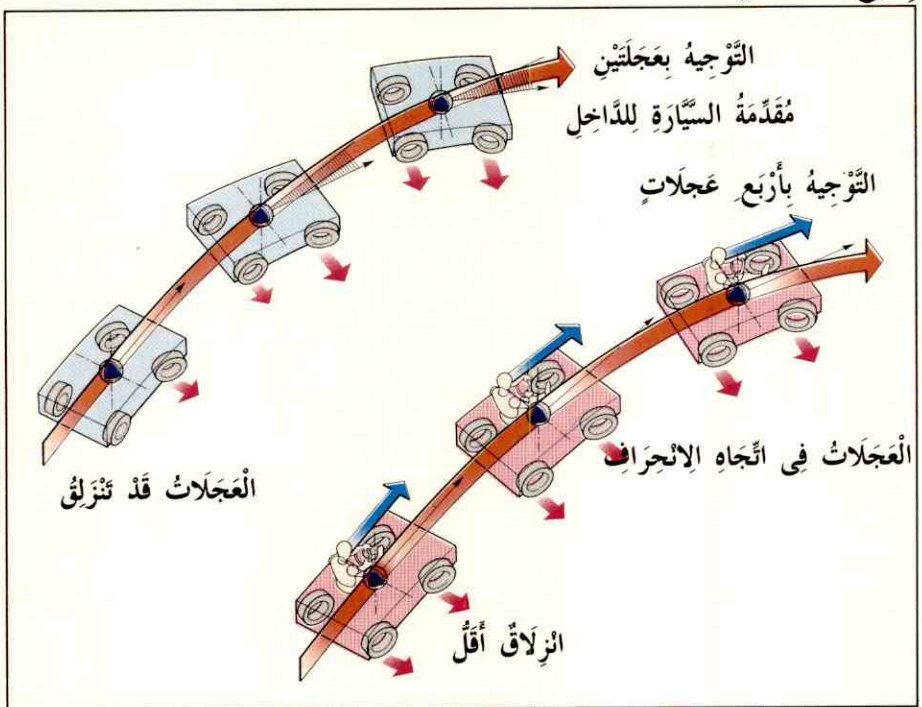


عَجلَتَانِ مُقَابِلَ أَرْبَعٍ

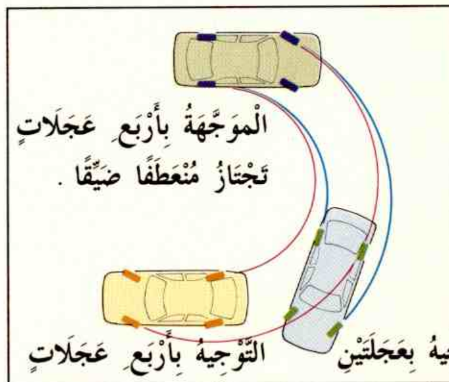
فِى نِظَامِ التَّوْجِيهِ بِعَجلَتَيْنِ (أسفل يمين) تَنْحرِفُ الْعَجلتانِ الْأَمَامِيَّتَانِ فَقطْ ، أَمَّا فِى نِظَامِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجلَاتٍ ، فَإِنَّ الْأَرْبَعَ عَجلَاتٍ قَدْ تَنْحرِفُ عِنْدَمَا تُغَيِّرُ السَّيَّارَةُ الاتِّجاهَ (أسفل يسار) .



كَيْفَ تَنْحَرِفُ الْعَجَلَاتُ فِى نِظَامِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ؟

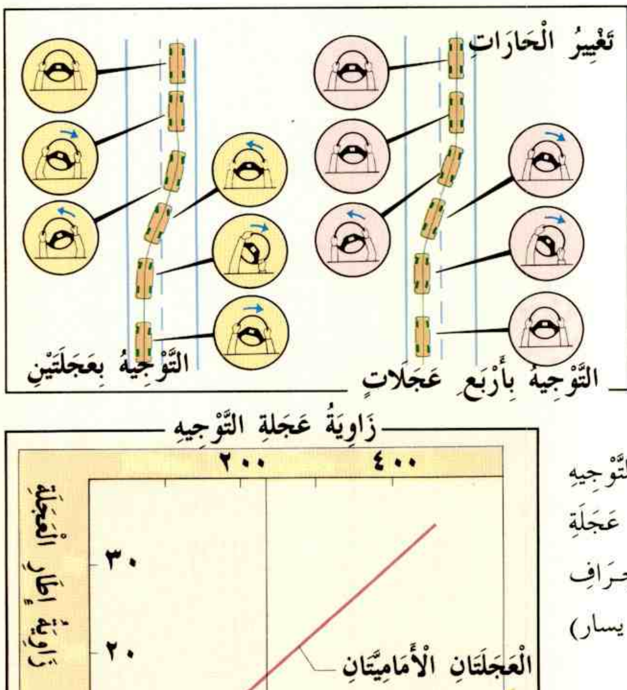


انْطَلَقَتْ سَيَّارَتَانِ مِنْ نَفْسِ الْمَكَانِ (الأخضر أسفل)، إِحْدَاهُمَا ذَاتُ تَوْجِيهٍ بِعَجَلَتَيْنِ (الزرقاء) وَالْأُخْرَى ذَاتُ تَوْجِيهٍ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ (الصفراء). وَتَنْحَرِفُ كُلٌّ مِنْهُمَا بِبُطْءٍ عِنْدَ اجْتِيَازِهِمَا مُنْعَطَفًا ضَيِّقًا ، وَلَكِنَّ انحِرَافَ الْعَجَلَاتِ الْخَلْفِيَّةِ لِلسَّيَّارَةِ الثَّانِيَةِ (4WS)



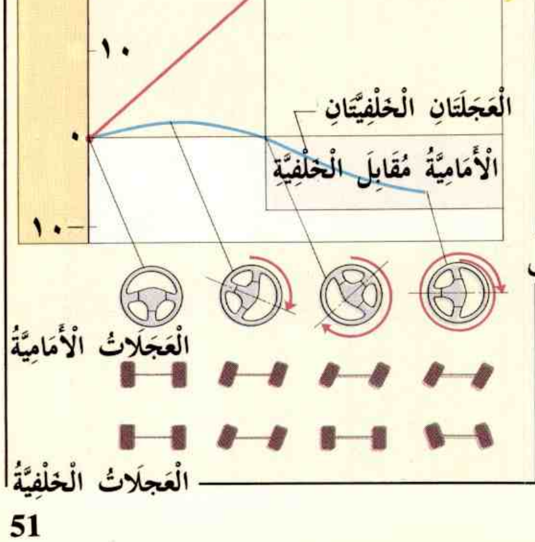
يُمَكِّنُهَا مِن اجْتِيَازِ الْمُنْعَطَفِ بِزَاوِيَةٍ أَضْيَقَ أَىْ فِى دَائِرَةٍ نِصْفُ قُطْرِهَا أَصْغَرُ مِمَّا تَفْعَلُ السَّيَّارَةُ الْأُخْرَى (2WS). كَمَا أَنَّهُ عِنْدَ اجْتِيَازِ الْمُنْعَطَفَاتِ الْوَاسِعَةِ (يسار)، فَإِنَّ انحِرَافَ الْعَجَلَاتِ الْأَرْبَعِ لِلسَّيَّارَةِ الثَّانِيَةِ يُمَكِّنُهَا مِن اجْتِيَازِ الْمُنْعَطَفِ أَفْضَلَ مِن السَّيَّارَةِ الْأُولَى أَيْضًا .

تَغْيِيرُ الْحَارَاتِ (المسارات)



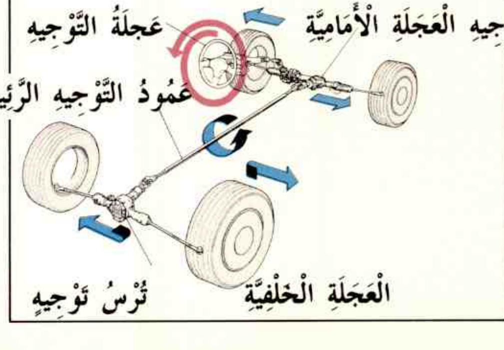
تَنْزِعُ السَّيَّارَاتُ الْمُوَجَّهَةُ بِعَجَلَتَيْنِ (الصفراء) إِلَى أَرْجَحَةِ مُؤَخِّرَتِهَا عِنْدَمَا تُغَيِّرُ حَارَتَهَا عَلَى الطَّرِيقِ السَّرِيعِ لِأَنَّ عَجَلَاتِهَا الْخَلْفِيَّةَ تَكُونُ مُتَّجِهَةً لِلْأَمَامِ وَلَاتَنْحَرِفُ . وَلِيُصَحِّحَ السَّائِقُ هَذِهِ الْحَرَكَةَ ، يَجِبُ عَلَيْهِ أَنْ يَلُفَّ عَجَلَةَ التَّوْجِيهِ مَرَّتَيْنِ قَبْلَ تَغْيِيرِ الْحَارَةِ وَمَرَّتَيْنِ بَعْدَهَا . أَمَّا السَّيَّارَةُ الْمُوَجَّهَةُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ، فَإِنَّهَا لَا تُؤَرْجِحُ مُؤَخِّرَتَهَا .





عَجَلَةُ التَّوْجِيهِ وَنِظَامُ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ تُرَاقِبُ الْمَجَسَّاتُ فِى أَنْظِمَةِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ مَدَى انْحِرَافِ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ ، وَبِالتَّالِى مَدَى انْحِرَافِ الْعَجَلَتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ (الخط الأحمر يسار) لِاجْتِيَازِ كُلِّ مُنْحَنًى .

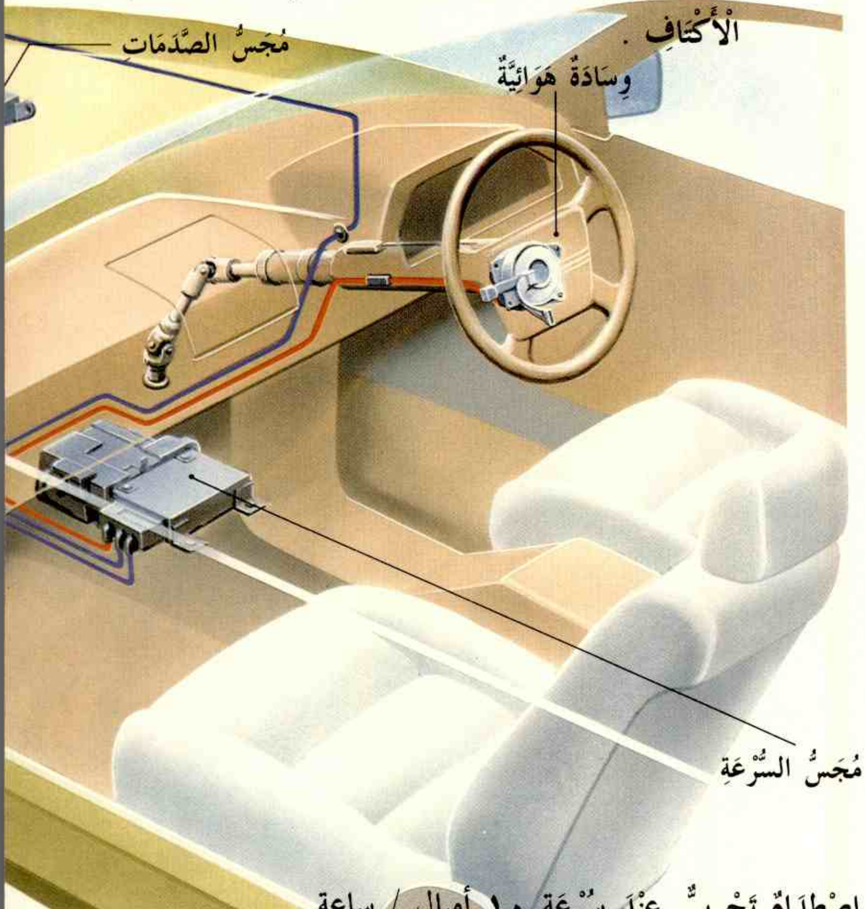
وَعِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ عَجَلَةُ التَّوْجِيهِ حَرَكَةً طَفِيفَةً ، فَإِنَّ الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ (الخط الأزرق) إِمَّا أَنْ تَظَلَّا مُتَّجِهَتَيْنِ لِلْأَمَامِ أَوْ تَنْحَرِفَا فِى نَفْسِ اتِّجَاهِ انْحِرَافِ الْعَجَلَاتِ الْأَمَامِيَّةِ . أَمَّا عِنْدَ اجْتِيَازِ الْمُنْحَنَيَاتِ الضَّيِّقَةِ — وَعِنْدَمَا تَدُورُ عَجَلَةُ التَّوْجِيهِ أَكْثَرَ مِنْ دَوْرَةٍ كَامِلَةٍ (أقصى يسار)، فَإِنَّ الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ تَنْحَرِفَانِ عَكْسَ اتِّجَاهِ انْحِرَافِ العَجَلَتينِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ (أسفل) .

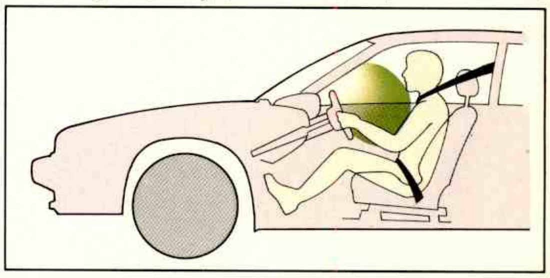


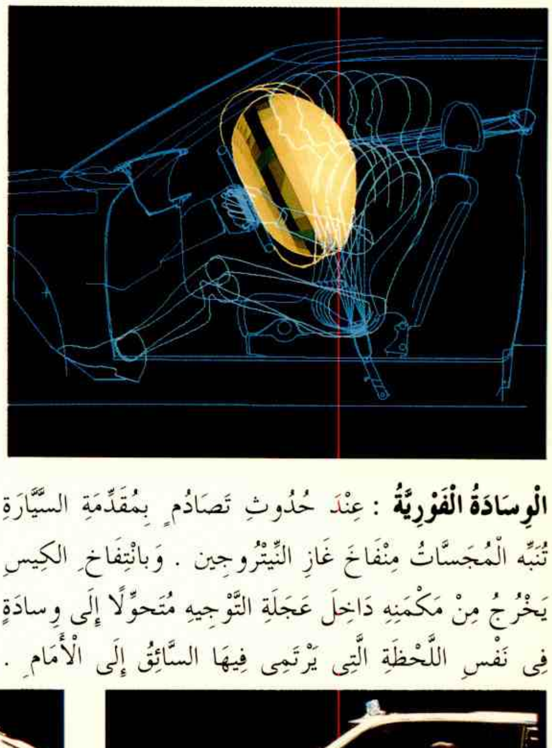
كَيْفَ تَعمَلُ الْوِسَادَةُ الْهَوَائِيَّةُ فِى السَّيَّارَةِ؟

عِنْدَمَا تَصْطَدِمُ مُقَدِّمَةُ سَيَّارَةٍ بِجِسْمٍ مَا ، يَنْدَفِعُ السَّائِقُ وَالرُّكَّابُ إِلَى الْأَمَامِ ، وَقَدْ يُصَابُونَ بِإِصَابَاتٍ جَسِيمَةٍ نَتِيجَةَ اصْطِدَامِهِمْ بِعَجَلَةِ التَّوْجِيهِ أَوْ لَوْحَةِ أَجْهِزَةِ الْقِيَاسِ أَوِ الزُّجَاجِ الْأَمَامِىِّ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الْوِسَادَةَ الْهَوَائِيَّةَ تَحْمِى النَّاسَ عِنْدَ الصَّدَمَاتِ بِخُرُوجِهَا مِنْ دَاخِلِ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ أَوْ لَوْحَةِ أَجْهِزَةِ الْقِيَاسِ ثُمَّ انْتِفَاخِهَا فَوْرًا بِغَازِ النِّيتْرُوجِين .

وَيَتَكَوَّنُ نِظَامُ وَسَائِدِ الْهَوَاءِ مِنَ الوِسَادَةِ وَمُجَسَّاتٍ إِلِكْتُرونِيَّةٍ وَمِنفَاخٍ يُنْتِجُ غَازَ النِّيتْرُوجِين . وَتُضْبَطُ الْمُجَسَّاتُ بِحَيْثُ تَتَجَاهَلُ الصَّدَمَاتِ الْحَادِثَةَ عِنْدَ سُرْعَاتٍ أَقَلَّ مِن ١٤ مِيلًا / ساعة . وَعِنْدَ حُدُوثِ تَصَادُمٍ ، فَإِنَّ الوِسَادَةَ تَمْتَلِئُ بِالْغَازِ تَمَامًا خِلَالَ ١/٢٠ ثَانِية مِنْ وُقُوعِ التَّصَادُمِ ، ثُمَّ تُفْرِغُ الْغَازَ الَّذِى بِدَاخِلِهَا بَعْدَ امْتِصَاصِهِ الصَّدْمَةَ الْأُولَى لِيَتَمَكَّنَ الرُّكَّابُ مِنَ الْهُرُوبِ مِن السَّيَّارَةِ . وَبِذَلِكَ تُنْقِذُ الوَسَائِدُ الْهَوَائِيَّةُ الْأَرْوَاحَ فِى حَالَةِ حُدُوثِ تَصَادُمٍ بِمُقَدِّمَةِ السَّيَّارَةِ فَقَطْ . وَلَا تُعْتَبَرُ الْوَسَائِدُ الْهَوَائِيَّةُ بَدِيلًا عَنْ أَحْزِمَةِ الْأَمَانِ وَأَرْبِطَةِ الْأَكْتَافِ .







الْوِسَادَةُ الْفَوْرِيَّةُ : عِنْدَ حُدُوثِ تَصَادُمٍ بِمُقَدِّمَةِ السَّيَّارَةِ تُنَبِّهُ الْمُجَسَّاتُ مِنْفَاخَ غَازِ النِّيتْرُوجِين . وَبِانْتِفَاخِ الكِيسِ يَخْرُجُ مِنْ مَكْمَنِهِ دَاخِلَ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ مُتَحَوِّلًا إِلَى وِسَادَةٍ فِى نَفْسِ اللَّحْظَةِ الَّتِى يَرْتَمِى فِيهَا السَّائِقُ إِلَى الْأَمَامِ .

اصْطِدَامٌ تَجْرِيبِىٌّ عِنْدَ سُرْعَةِ ١٠ أَمْيَالٍ / ساعة



فِى لَحظَةِ وُقُوعِ التَّصَادُمِ تُرْسِلُ الْمجَسَّاتُ إِشَارَاتٍ لِمُوَلِّدٍ حَرَارِىٍّ ، فَيُشْعِلُ كِيمَاوِيَّاتٍ لِإِنْتَاجِ غَازِ النِّيتْرُوجِين الَّذِى يَمْلَأُ كِيسَ الْهَوَاءِ بِسُرْعَةٍ .



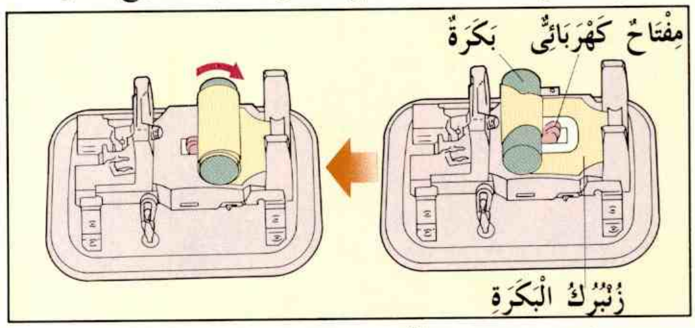
يَمْتَصُّ كِيسُ الْهَوَاءِ الْمُنْتَفِخُ بِالْكَامِلِ الصَّدْمَةَ الْأُولَى النَّاتِجَةَ عَنِ انْدِفَاعِ السَّائِقِ لِلأَمَامِ .



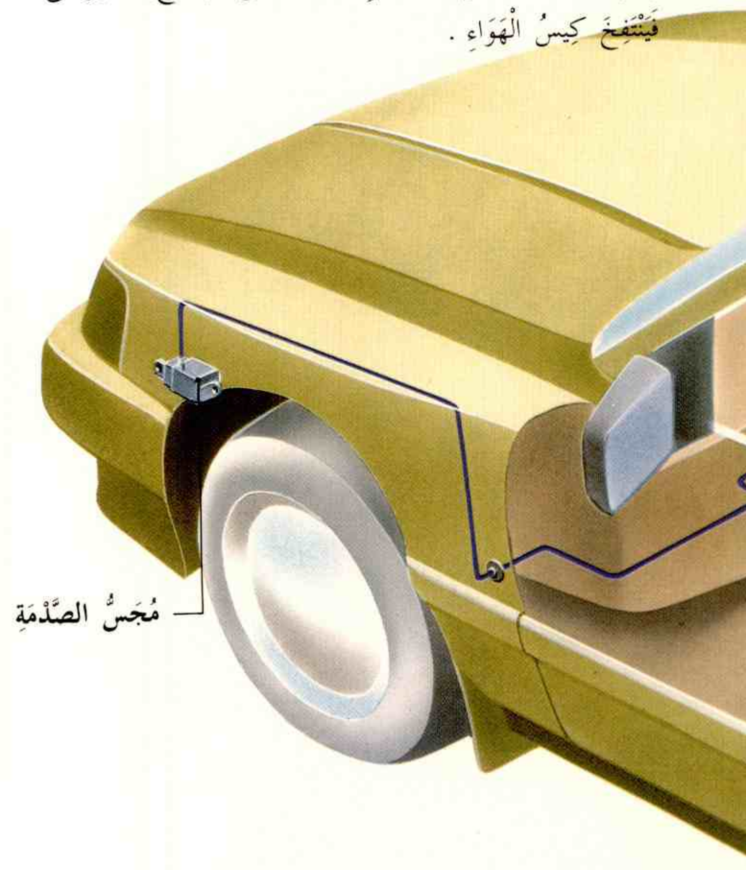
بَعْدَ ارْتِطَامِ جَسَدِ السَّائِقِ بِالْوِسَادَةِ ، تُفْرِغُ الْوِسَادَةُ مُحْتَوَيَاتِهَا مِنْ غَازِ النِّيتْرُوجِين — مِنْ خِلَالِ ثُقْبَيْنِ بِالْخَلْفِ — فَتُخَفِّفُ أَثَرَ الصَّدْمَةِ .

الْإِحْسَاسُ بِتَوَقُّفٍ مُفَاجِئٍ

تَسْتَجِيبُ الْمجَسَّاتُ الثَّلاثَةُ خِلَالَ ٠,٠١ ثانية عِنْدَ تَوَقُّفِ السَّيَّارَةِ وَهِى مُتحرِّكَةٌ لِلْأَمَامِ بِسُرْعَةٍ تَزِيدُ عَلَى ١٠ أميال / ساعة . وَيُزَوَّدُ كُلُّ مُجَسٍّ (أسفل يمين) بِبَكَرَةٍ تَتَدَحْرَجُ عَلَى مِفْتَاحٍ كَهْرَبِىٍّ . وَعِنْدَ التَّصَادُمِ (أسفل يسار) تَتَدَحْرَجُ الْبَكَرَةُ



بِفِعْلِ كَمِّيَّةِ الحَرَكَةِ إِلَى الْأَمَامِ لِتَضْغَطَ عَلَى الْمِفتَاحِ الْكَهْرَبائِى فَيَنْتَفِخَ كِيسُ الْهَوَاءِ .



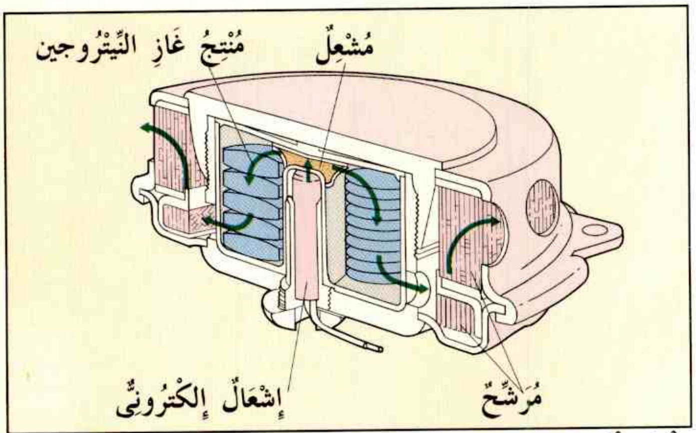
وِقَايَةٌ مُزْدَوِجَةٌ



يَتَعَرَّضُ الرَّاكِبُ بِجِوَارِ السَّائِقِ لِأَخْطَارِ التَّصَادُمِ أَيْضًا ، وَلِذَلِكَ تَحْتَوِى بَعْضُ السَّيَّارَاتِ عَلَى أَكْيَاسٍ هَوَائِيَّةٍ عَلَى الْجَانِبَيْنِ . وَلِأَنَّ الرَّاكِبَ أَمَامَهُ مَسَافَةٌ مُتَّسِعَةٌ ، فَإِنَّ كِيسَ الْهَوَاءِ أَمَامَهُ يَكُونُ عَادَةً أَكْبَرَ مِنْ كِيسِ هَوَاءِ السَّائِقِ .

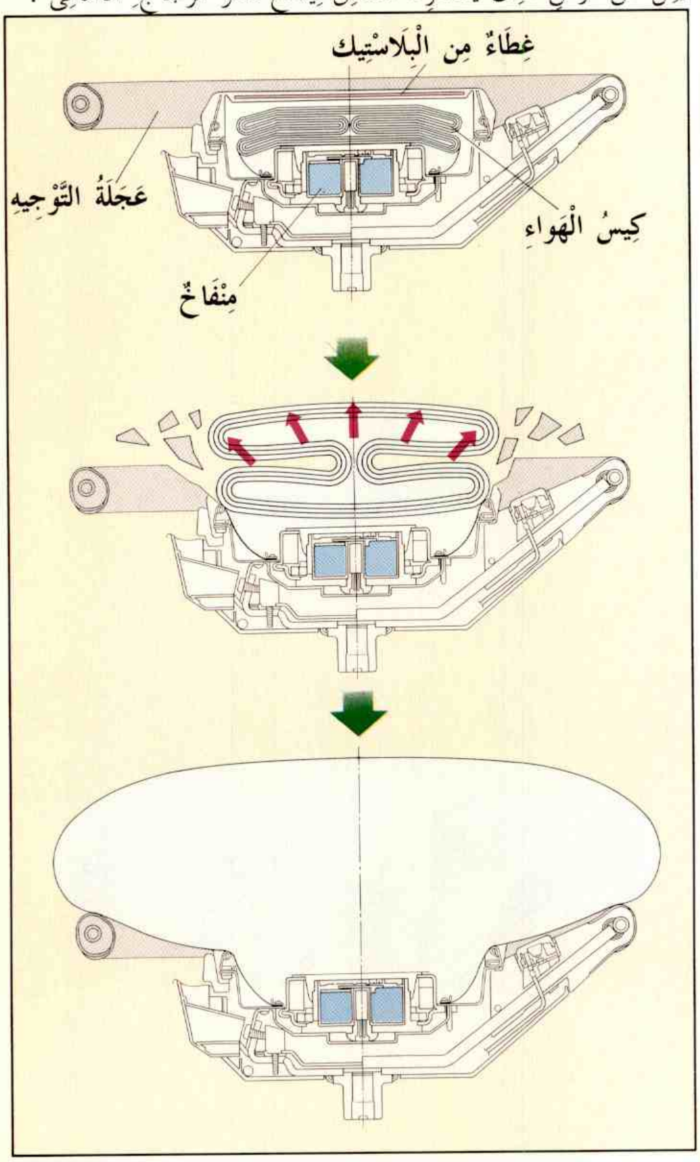
إِنْتَاجُ الْغَازِ اللَّازِمِ لِمَلْءِ الْكِيسِ

عِنْدَمَا تُنَبِّهُ مُجَسَّاتُ الصَّدْمَةِ الْمِنْفَاخَ (أسفل)، فَإِنَّهُ يُشْعِلُ كِيماوِيَّاتٍ تُنْتِجُ غَازَ النِّيتْرُوجِين . وَيَمُرُّ الْغَازُ خِلَالَ مُرَشِّحٍ فِى طَرِيقِهِ إِلَى كِيسِ الْهَوَاءِ .



مَلْءُ الْكِيسِ فِى جُزْءٍ مِن الثَّانِيَةِ

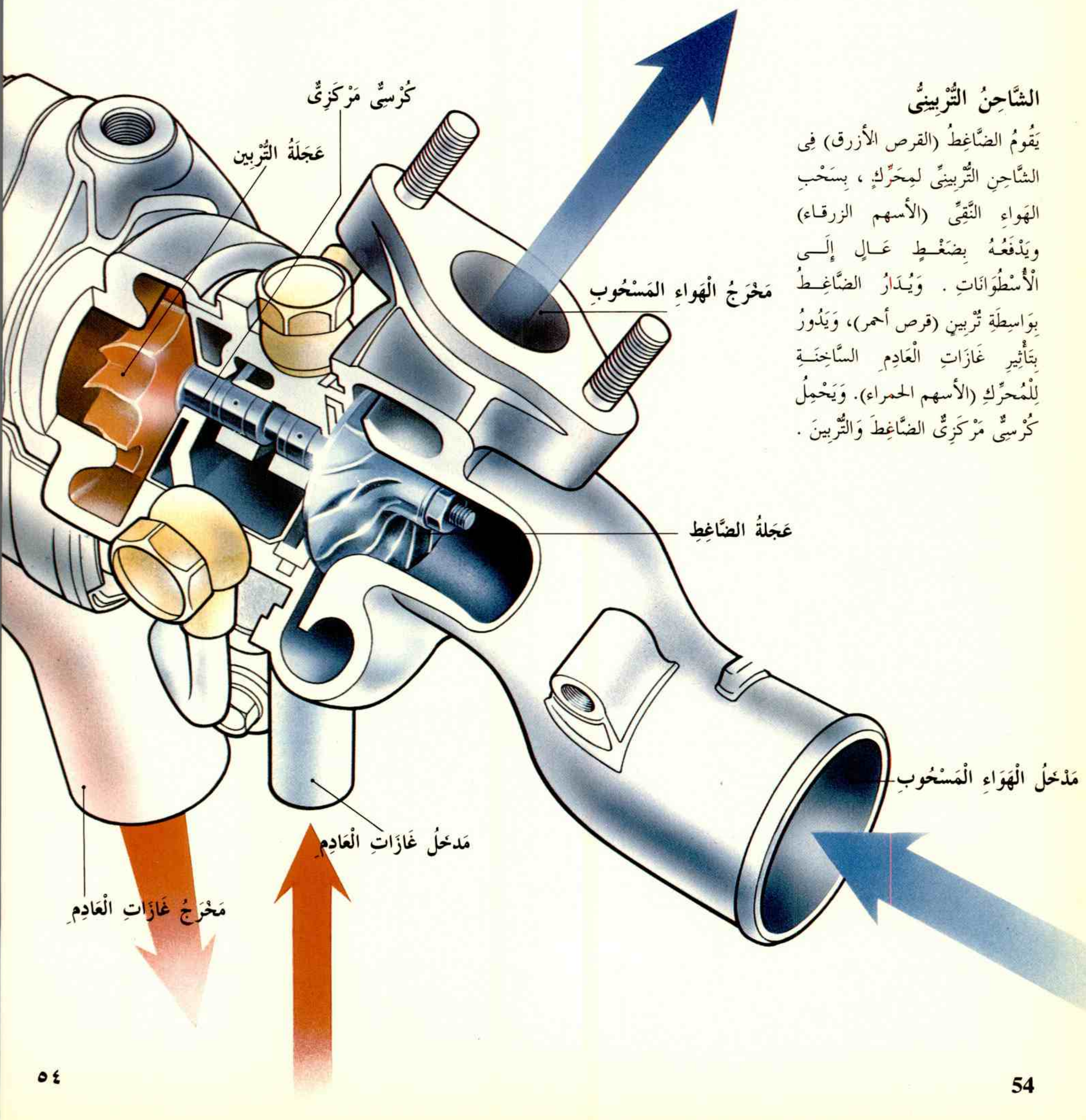
عِنْدَمَا يَنْدَفِعُ غَازُ النِّيْتُروجين الْمحضَّر حَدِيثًا إِلَى كِيسِ الْهَوَاءِ ، فَإِنَّ الْكِيسَ يَبْرُزُ (أسفل وسط) مِنْ مَكْمَنِهِ فِى عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ . وَيَتَّسِعُ الْكِيسُ لـ ١٦ جَالُونًا مِن الْغَازِ وَيَمْتَلِئُ تَمَامًا خِلَالَ ٠,٠٥ ثَانِيَةً مِن التَّصَادُمِ ، وَهُوَ زَمَنٌ يَقِلُّ عَن الزَّمَنِ الَّذِى يَسْتَغْرِقُهُ السَّائِقُ لِيُدْفَعَ نَحْوَ الزُّجَاجِ الْأَمَامِىِّ .



مَا هُوَ جِهَازُ الشَّحْنِ التُّرْبِينِيِّ ؟

يَحْرِقُ مُحرِّكُ السَّيَّارَةِ مَخْلُوطًا مِن الْوَقُودِ وَالْهَوَاءِ لِيُوَلِّدَ الطَّاقَةَ اللَّازِمَةَ لِتَحْرِيكِ السَّيَّارَةِ . وَكُلَّمَا زَادَتْ كَمِّيَّةُ الْهَوَاءِ فِي الْمخْلُوطِ كُلَّمَا زَادَتْ قُدْرَةُ الْمُحرِّكِ بالْحِصَانِ . وَيسْحَبُ الْمُحرِّكُ الْعَادِيُّ الْهَوَاءَ إِلَى كُلٍّ مِنْ أَسْطَوَانَاتِهِ عِنْدَمَا يَتَحرَّكُ الْكَبَّاسُ لِأَسْفَلَ دَاخِلَ الْأُسْطُوَانَةِ . وَلَكِنَّ الْمُحرِّكَ عَالِي الْأَدَاءِ يَضُخُّ هَوَاءً إِضَافِيًّا إِلَى الْأُسْطوَانَاتِ بِجِهَازٍ يُسَمَّى شَاحِنًا تُرْبِينِيًّا .

وَيحْتَوِى الشَّاحِنُ التُّرْبِينِيُّ عَلَى تُرْبِينٍ يُدَارُ بِوَاسِطَةِ الْعَادِمِ السَّاخِنِ لِلْمُحرِّكِ ذَاتِهِ . وَيَجْمَعُ ضَاغِطُ الشَّاحِنِ التُّرْبِينِيِّ الْهَوَاءَ بِدَاخِلِهِ ثُمَّ يَزِيدُ ضَغْطُهُ إِلَى دَرجَةٍ عَالِيَةٍ ثُمَّ يَدْفَعُهُ فِي الْأُسْطُوَانَاتِ حَيْثُ يُسَاعِدُ عَلَى الاحْتِرَاقِ الْكَامِلِ لِلْوَقُودِ . وَدَفْعُ الْهَوَاءِ الْإِضَافِيِّ إِلَى الْأُسْطُوَانَاتِ يُزِيدُ قُدْرَةَ الْمُحرِّكِ بِالْحِصَانِ دُونَ تَغْيِيرِ حَجْمِ الْمُحرِّكِ نَفْسِهِ .

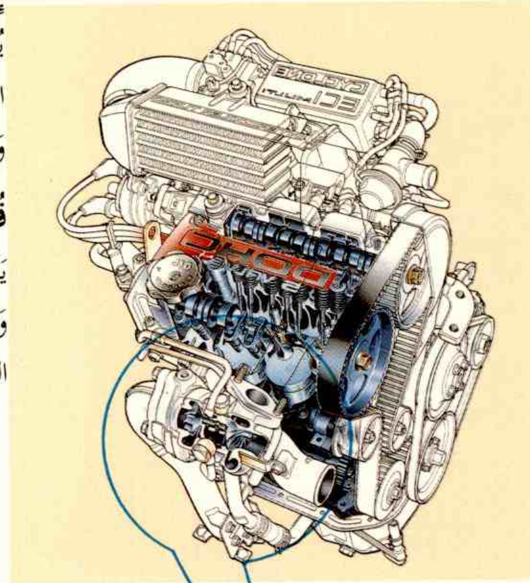


الشَّاحِنُ التُّرْبِينِيُّ

يَقُومُ الضَّاغِطُ (القرص الأزرق) فِي الشَّاحِنِ التُّرْبِينِيِّ لِمحَرِّكٍ ، بِسَحْبِ الهَوَاءِ النَّقِيِّ (الأسهم الزرقاء) وَيَدْفَعُهُ بِضَغْطٍ عَالٍ إِلَى الْأُسْطُوَانَاتِ . وَيُدَارُ الضَّاغِطُ بِوَاسِطَةِ تُرْبِينٍ (قرص أحمر)، وَيَدُورُ بِتَأْثِيرِ غَازَاتِ الْعَادِمِ السَّاخِنَةِ لِلْمُحرِّكِ (الأسهم الحمراء). وَيَحْمِلُ كُرْسِيٌّ مَرْكَزِيٌّ الضَّاغِطَ وَالتُّرْبِينَ .

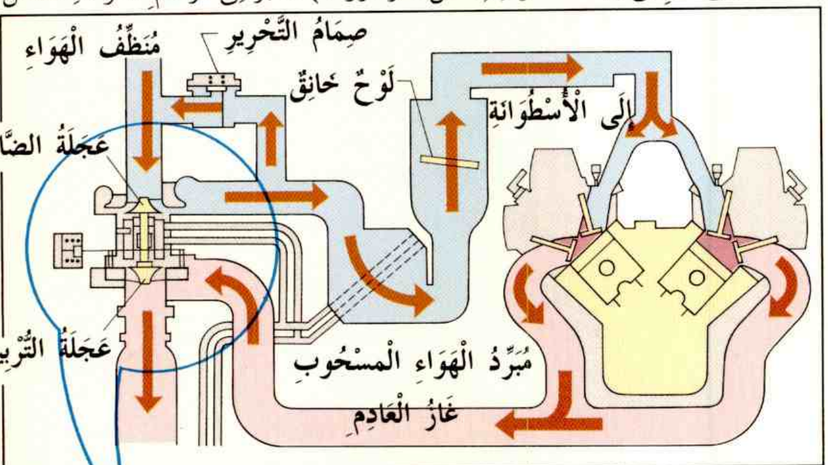
إِضَافَةٌ قَوِيَّةٌ

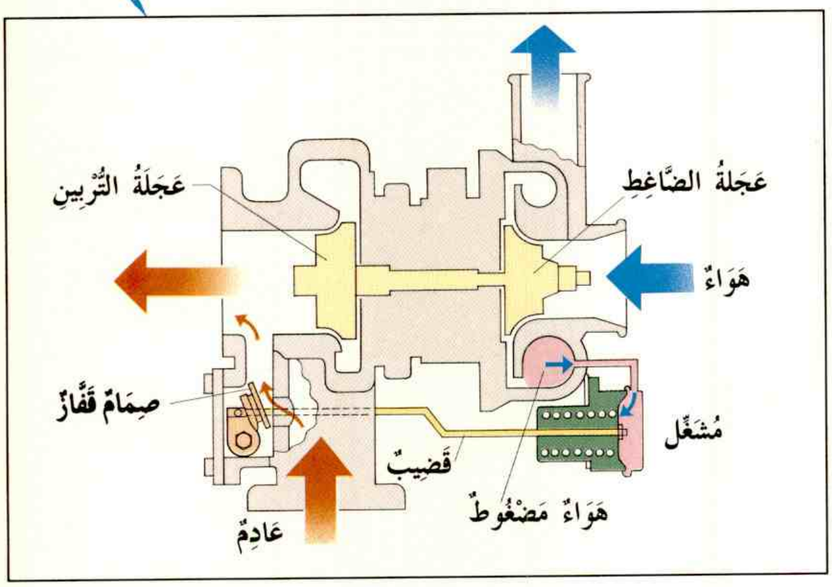
يُزِيدُ الشَّاحِنُ التُّربينِيُّ (دائرة زرقاء) قُدْرَةَ المحرِّكِ ، وَيُحْمَلُ عَلَى مُحرِّكِ سَيَّارةٍ (يمين). وَقد تأثَّرت الْمحرِّكَاتُ الأُولَى الْمزوَّدَةُ بِشَاحِنٍ تُرْبِينِيٍّ بِمَيْلِهَا إِلَى السُّخُونَةِ الزَّائِدَةِ ، وَلَكِنْ تَمَّ تَحْسِينُهَا ، وَتعدَّدَتْ أَنْوَاعُ السَّيَّارَاتِ مِن السَّيَّارَاتِ الرِّيَاضِيَّةِ ذَاتِ الْأَدَاءِ الْعَالِي إِلَى السَّيَّارَاتِ الْمُدْمَجَةِ .

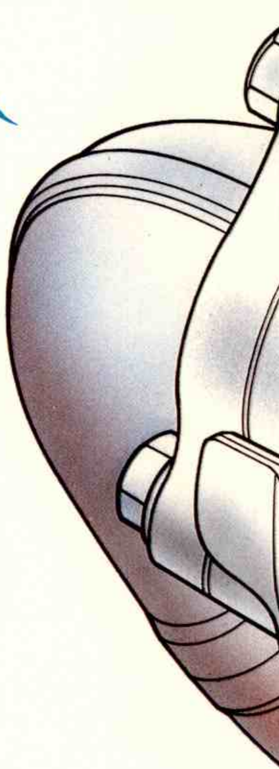


قُدْرَةٌ حِصَانِيَّةٌ أَكْبَرُ

يَسْتَخْدِمُ الْمُحَرِّكُ الْمُزَوَّدُ بِشَاحِنٍ تُرْبِينِيٍّ (أسفل) غَازَاتِ الْعَادِمِ السَّاخِنَةَ (أرجوانى) لِتُدِيرَ التُّرْبِينَ وَتَدْفَعَ الْهَوَاءَ الْعَالِيَ الضَّغْطِ (أزرق) إِلَى الْأُسْطُوَانَاتِ . وَيَسْمَحُ صِمَامُ التَّمْرِيرِ بِتَسَرُّبِ الضَّغْطِ الزَّائِدِ . وَالشَّاحِنُ التُّرْبِينِيُّ لِهَذَا الْمُحرِّكِ (داخل دائرة زرقاء) مُكَبَّرٌ فِي الرَّسْمِ الْأَوْسَطِ أَسْفَلَ .





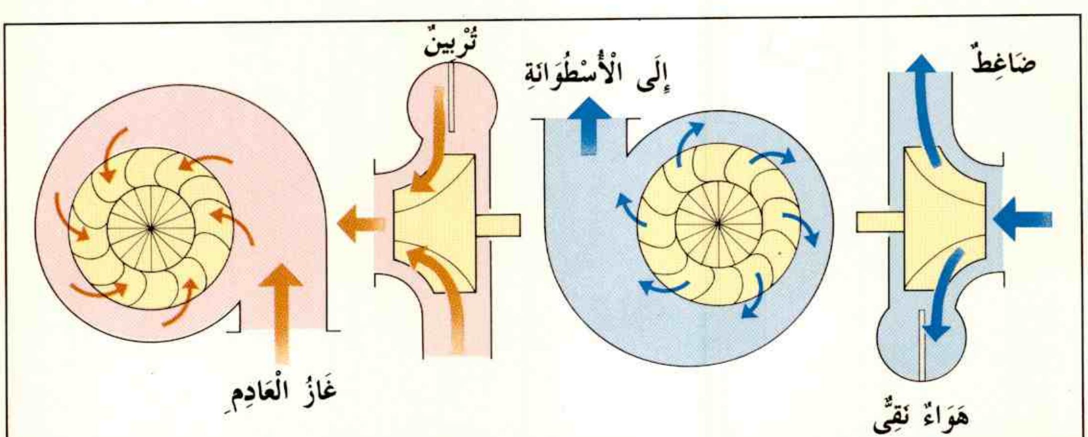


يُدَارُ بِالْعَادِمِ السَّاخِنِ

تُدَارُ عَجَلَةُ التُّرْبِينِ بِعَادِمِ الْمحرِّكِ (أسهم برتقالية) وَتَدُورُ حَتَّى ١٠٠٠٠٠ لَفَّةٍ فِي الدَّقِيقَةِ . وَيَسْتَمِدُّ الضَّاغِطُ قُدْرَتَهُ مِنْ عَجَلَةِ التُّرْبِينِ ، وَيَسْحَبُ الْهَوَاءَ النَّقِيَّ (أسهم زرقاء) ثُمَّ يَدْفَعُهُ إِلَى الْأُسْطُوَانَةِ تَحْتَ ضَغْطٍ عَالٍ .

هَوَاءٌ مَسْحُوبٌ عَالِي الضَّغْطِ

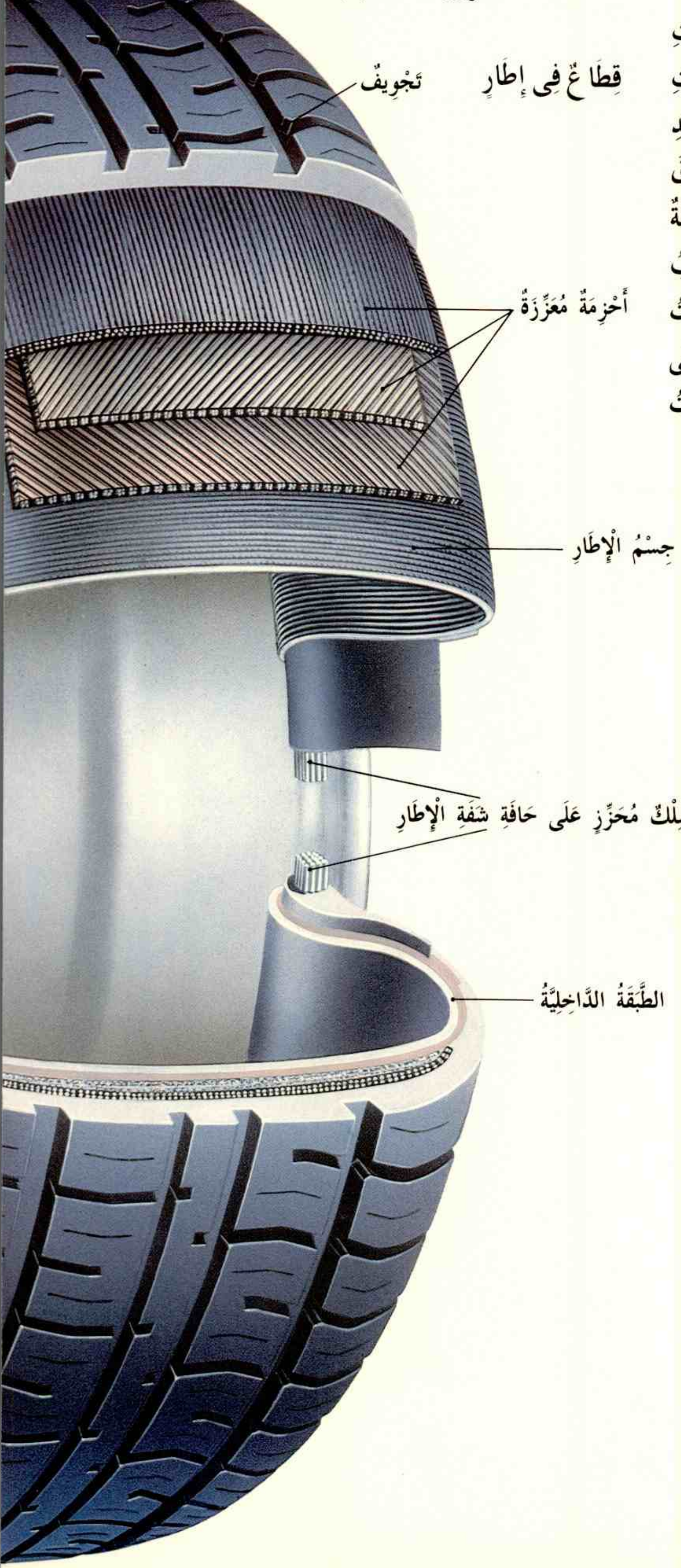
تَدْخُلُ غَازَاتُ الْعَادِمِ (برتقالى) التُّربينَ (أقصى يسار) فَتُدِيرُ عَجَلَةَ التُّرْبِينِ ، الَّتِي تُدِيرُ عَجَلَةَ الضَّاغِطِ الْمُتَّصِلَةَ بِهَا عَلَى نَفْسِ الْمِحْوَرِ . وَتَدْوِيمُ مِرْوَحَةِ الضَّاغِطِ يَسْحَبُ الْهَوَاءَ النَّقِيَّ (أزرق) ثُمَّ يَضْغَطُهُ ، وَيَدْفَعُهُ تَحْتَ ضَغْطٍ عَالٍ فِي الْأُسْطُوَانَاتِ .

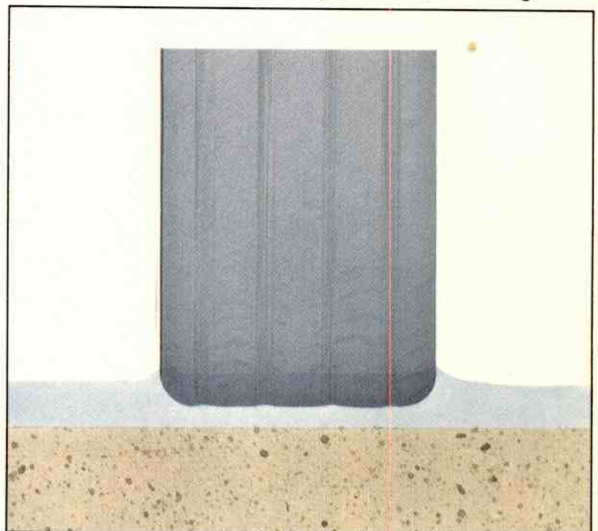


لِمَاذَا تُوجَدُ تَجَاوِيفُ بِالْإِطَارَاتِ؟

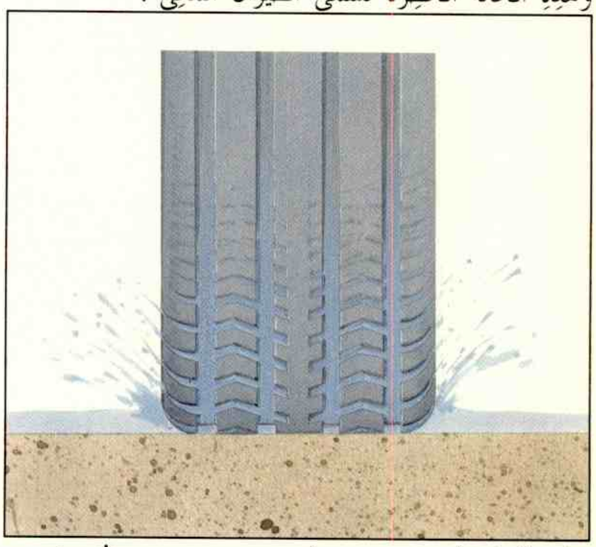
لَوْ كَانَتْ جَمِيعُ الطُّرُقِ نَاعِمَةً وَجَافَّةً وَمُسْتَوِيَةً ، لَمَا كَانَتْ هُنَاكَ حَاجَةٌ لِوُجُودِ تَجَاوِيفَ عَلَى سَطْحِ إِطَارَاتِ السَّيَّارَاتِ . فَالْإِطَارَاتُ عَدِيمَةُ التَّجَاوِيفِ تَفُوقُ الْإِطَارَاتِ ذَاتَ التَّجَاوِيفِ أَدَاءً عَلَى الطُّرُقِ الْجَافَّةِ لِتَلَامُسِهَا الْجَيِّدِ بِالْأَرْضِ وَبِالتَّالِي يَكُونُ سَحْبُهَا أَفْضَلَ . وَلَكِنَّ الطُّرُقَ لَيْسَتْ جَيِّدَةً عَادَةً . فَعَلَى الطُّرُقِ الْمبَلَّلَةِ ، قَدْ تَنْشَأُ طَبَقَةٌ مِنَ الْمَاءِ بَيْنَ الطَّرِيقِ وَالْإِطَارِ عَدِيمِ التَّجَاوِيفِ ، وَتَتَسَبَّبُ فِي انْزِلَاقِ السَّيَّارَةِ وَالْحَوادِثِ . أَمَّا الْإِطَارَاتُ ذَاتُ التَّجَاوِيفِ فَتُبْعِدُ الْمِيَاهَ وَتَجْعَلُ الْإِطَارَ أَكْثَرَ ثَبَاتًا عَلَى الطُّرُقِ الْخَشِنَةِ أَوْ غَيْرِ الْمُسْتَوِيَةِ . وَتُعْتَبَرُ الْإِطَارَاتُ ذَاتُ الْإطَارَاتُ النَّاعِمَةُ خَطِرَةً

التَّجَاوِيفِ هِىَ الْأَفْضَلُ لِتَحْفَظَ السَّيَّارَاتِ مُتَحَرِّكَةً بِأَمَانٍ تَحْتَ الظُّرُوفِ الْمُخْتَلِفَةِ .





عَلَى الطُّرُقِ الْمبَلَّلَةِ ، فَإِنَّ الْإِطَارَ قَلِيلَ التَّجَاوِيفِ أَوْ عَدِيمَهَا يَدْفَعُ الْمَاءَ أَمَامَهُ وَقَدْ يطْفُو عَلَى طَبَقَةِ مَاءٍ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الطَّرِيقِ . وَهَذِهِ الْحَالَةُ الْخَطِرَةُ تُسَمَّى الطَّيَرَانَ الْمَائِىَّ .



يَدْفَعُ الْإِطَارُ ذُو التَّجَاوِيفِ الْمَاءَ فِى تَجَاوِيفِهِ وَيَظَلُّ مُتَلَامِسًا بِالطَّرِيقِ ، فَتَقِلُّ مَخَاطِرُ الطَّيَرَانِ الْمَائِىِّ .

إِطَارَاتٌ خَاصَّةٌ لِاسْتِعْمَالَاتٍ خَاصَّةٍ

تُصَمَّمُ إِطَارَاتُ السَّيَّارَاتِ لِتَلْتَصِقَ بِسَطْحِ الطَّرِيقِ أَثْنَاءَ حَمْلِهَا وَزْنَ السَّيَّارَةِ وَلِتَجْعَلَ الرُّكُوبَ مُسْتَقِرًّا وَلِتُسَاعِدَ التَّوْجِيهَ . وَقَد اسْتَلْزَمَتْ ظُرُوفُ الْقِيَادَةِ الْمُتَنَوِّعَةِ وَتَنَوُّعُ الْمَرْكَبَاتِ ، عَمَلَ تَصْمِيمَاتٍ مُتَنَوِّعَةٍ لِلْإِطَارَاتِ .



الْإِطَارَاتُ الْمُنْحَرِفَةُ تُوَفِّرُ لِلسَّيَّارَاتِ الْعَائِلِيَّةِ رُكُوبًا نَاعِمًا .



الْإِطَارَاتُ نِصْفُ الْقُطْرِيَّةِ (الراديال) تُوَفِّرُ الثَّبَاتَ عِنْدَ السُّرُعَاتِ الْعَالِيَةِ



الْإِطَارَاتُ المرصَّعَةُ تُيَسِّرُ الْجَرَّ عَلَى الطُّرُقِ الْجَلِيدِيَّةِ .



الْإِطَارَاتُ الْمُحَدَّدَةُ لِسَيَّارَاتِ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ تَتَحَمَّلُ الْأَرْضَ الْوَعْرَةَ



إِطَارُ الرَّالِي يَلْتَصِقُ بِمُعْظَمِ أَسْطُحِ الطُّرُقِ .



إِطَارَاتُ الْأُوتُوبِيسَاتِ وَالشَّاحِنَاتِ تَتَحَمَّلُ السَّيْرَ لِمَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ .



شَاحِنَاتُ الْقُمَامَةِ لَهَا إِطَارَاتٌ ضَخْمَةٌ عَرِيضَةٌ .



إِطَارُ الْجَرَّارِ لَهُ تَجَاوِيفُ كَبِيرَةٌ مِثَالِيَّةٌ لِلْحَقْلِ .



إِطَارَاتُ جَزَّازَةِ الْعُشْبِ لَا تَقْطَعُ الْحَشَائِشَ .

إِطَارَاتٌ لِلْقِيَادَةِ عَلَى الثَّلْجِ



تُصْنَعُ بَعْضُ الْإِطَارَاتِ مِنْ مَطَّاطٍ خَاصٍّ يَظَلُّ مَرِنًا فِي الْجَوِّ الْبَارِدِ . تُعَبَّأُ التَّجَاوِيفُ الصُّنْدُوقِيَّةُ الْوَاسِعَةُ لِلْإِطَارَاتِ بِالثَّلْجِ تَحْتَ تَأْثِيرِ وَزْنِ السَّيَّارَةِ ، فَتُكَوِّنُ سَطْحًا صُلْبًا لِمَزِيدٍ مِنَ السَّحْبِ .



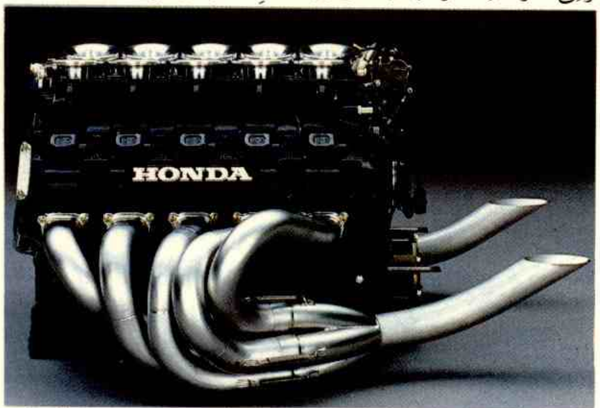
مَا الَّذِى يَجْعَلُ سَيَّارَةً



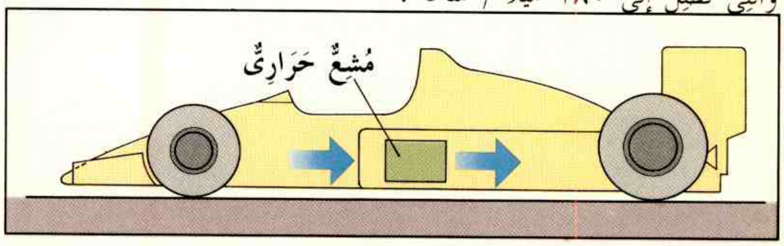
مُحَرِّكٌ ذُو تَقْنِيَةٍ عَالِيَةٍ وَقُدْرَةٍ كَبِيرَةٍ

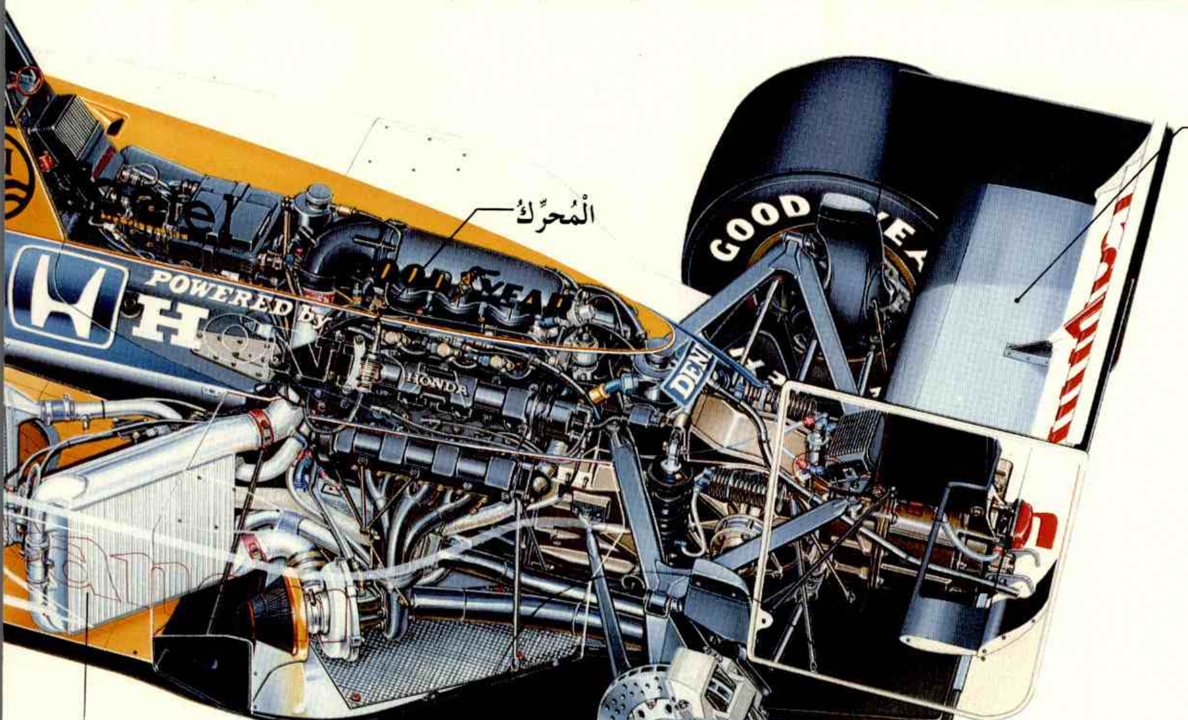
لِتَتَوَافَرَ الْكَفَاءَةُ وَالْقُدْرَةُ ، فَإِنَّ مُحَرِّكَ سَيَّارَةِ السِّبَاقِ (أسفل) يَسْتَخْدِمُ الْحَاسِبَ الْآلِىَّ لِضَبْطِ تَدَفُّقِ الْوَقُودِ ، وَمُنَظِّمَاتٍ إِلِكْتُرُونِيَّةً لِلتَّحَكُّمِ فِى عَدَدِ دَوْرَاتِ الْمُحَرِّكِ فِى الدَّقِيقَةِ ، وَفِى الزَّيْتِ ، وَدَرَجَةِ حَرَارَةِ الْمَاءِ ، وَعَوَامِلَ أُخْرَى .

سَيَّارَةُ سِبَاقِ فورْمُيولا « ١ » (أعلى) تَسْخُنُ أكْثَرَ مِنَ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ . وَهِى تَتَخَلَّصُ مِنَ الْحَرَارَةِ الزَّائِدَةِ مِنْ خِلَالِ مُشِعِّهَا الْحَرَارِىِّ — مِثْلَ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ — الَّذِى يَبْرُدُ بِتَيَّارِ الْهَوَاءِ (أسفل) النَّاتِجِ عَنِ السُّرْعَةِ الْفَائِقَةِ لِلسَّيَّارَةِ وَالَّتِى تَصِلُ إِلَى ١٨٠ ميلا / ساعة .



مُحَرِّكُ السِّبَاقِ الْخَاصُّ هَذَا ، يَسْتَمِدُّ قُدْرَتَهُ مِنْ ١٠ أُسْطُوَانَاتٍ .

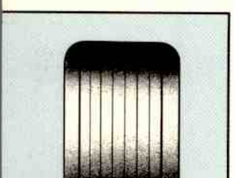




التَّعْلِيقُ فِى سَيَّارَاتِ السِّبَاقِ

يَجِبُ أَنْ يُحَافِظَ التَّعْلِيقُ فِى سَيَّارَاتِ السِّبَاقِ عَلَى الْعَجَلَاتِ مُلْتَصِقَةً بِالْأَرْضِ أَثْنَاءَ الِانْعِطَافَاتِ السَّرِيعَةِ .





لسِّبَاقِ مُخْتَلِفَةٌ ؟

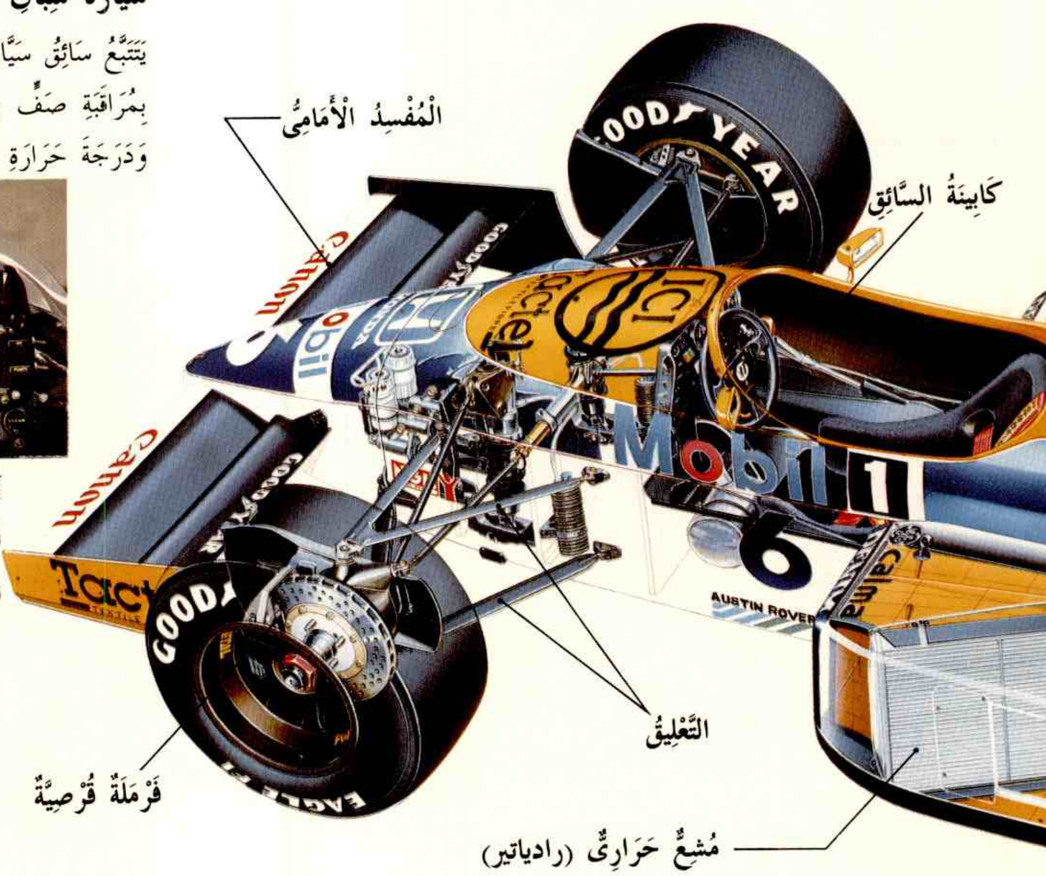
سَيَّارَةُ السِّبَاقِ فُورْمُيُولَا «١» ــ الَّتِى سُمِّيَتْ هَكَذَا نِسْبَةً إِلَى وَقُودِهَا الْخَاصِّ ــ لَهَا مُحَرِّكٌ أَكْبَرُ قُدْرَةً مِنْ سَيَّارَاتِ الرُّكُوبِ . وَمَصْدَرُ هَذِهِ الْقُدْرَةِ الزَّائِدَةِ هُوَ الْمُحَرِّكُ كَبِيرُ السَّعَةِ ، فَسَعَتُهُ هِىَ الْحَجْمُ الْكُلِّىُّ لِغُرَفِ الِاحْتِرَاقِ فِى أُسْطُوَانَاتِهِ . وَقَدْ تَصِلُ سَعَةُ مُحَرِّكِ سَيَّارَةِ الرُّكُوبِ الْمُتَوَسِّطَةِ إِلَى ١٠٠٠ سم٣ أَوْ أَقَلَّ . أَمَّا سَيَّارَةُ السِّبَاقِ فُورْمُيُولَا «١» فَلِمُحَرِّكِهَا ثَلَاثَةُ أَمْثَالِ هَذِهِ السَّعَةِ ، وَقُدْرَتُهَا ٥٠٠ حِصَانٍ أَىْ تُعَادِلُ حَوَالَى ٤ أو ٥ أَمْثَالِ قُدْرَةِ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ .

وَتُصَمَّمُ أَجْسَامُ سَيَّارَاتِ السِّبَاقِ عَلَى أَسَاسِ الدِّينَامِيكَا الْهَوَائِيَّةِ لِتُقَلِّلَ مُقَاوَمَةَ الْهَوَاءِ ، وَتُصْبِحُ هَذِهِ الْقُدْرَةُ الْإِضَافِيَّةُ أَكْثَرَ فَعَالِيَّةً . وَإِطَارَاتُ السِّبَاقِ عَرِيضَةٌ جِدًّا لِتُوَفِّرَ التَّلَامُسَ بِالطَّرِيقِ وَالسَّحْبَ الْآمِنَيْنِ . كَمَا يُضَافُ نِظَامُ تَعْلِيقٍ خَاصٍّ لِيُوَفِّرَ الثَّبَاتَ ، بِمُسَاعَدَةِ السَّيَّارَةِ عَلَى التَّلَامُسِ الشَّدِيدِ بِالطَّرِيقِ مَهْمَا زَادَتْ سُرْعَتُهَا .

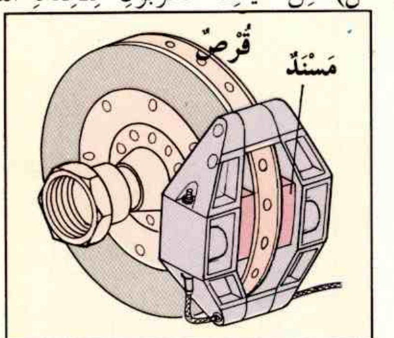
سَيَّارَةُ سِبَاقٍ فُورْمُيُولَا «١»

يَتَتَبَّعُ سَائِقُ سَيَّارَةِ السِّبَاقِ ــ فِى كَابِينَتِهِ ــ أَدَاءَ السَّيَّارَةِ بِمُرَاقَبَةِ صَفٍّ مِنْ أَجْهِزَةِ الْقِيَاسِ تُبَيِّنُ مُسْتَوَى الْوَقُودِ وَدَرَجَةَ حَرَارَةِ الْمَاءِ وَمَعْلُومَاتٍ أُخْرَى .



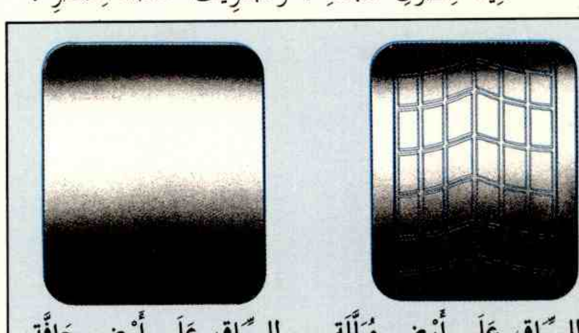


يَجِبُ أَنْ تَتَحَمَّلَ الْفَرَامِلُ حَرَارَةَ السُّرْعَةِ الْعَالِيَةِ لِلسِّبَاقِ . وَهِىَ فَرَامِلُ قُرْصِيَّةٌ (أسفل) مِنْ أَلْيَافِ الْكَرْبُونِ لِلْخِدْمَةِ الشَّاقَّةِ .



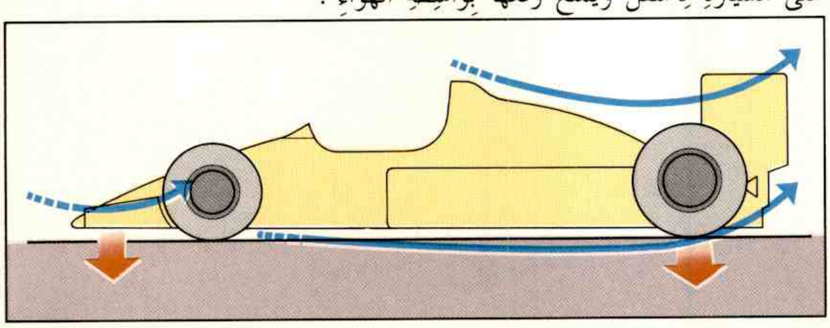
إِطَارَاتٌ تُنَاسِبُ الطُّرُقَ الْمُخْتَلِفَةَ

بِالْإِضَافَةِ إِلَى أَنَّ إِطَارَاتِ السِّبَاقِ تَكُونُ أَعْرَضَ مِنْ إِطَارَاتِ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ ، فَإِنَّهَا قَدْ تَحْوِى تَجَاوِيفَ قَلِيلَةً لِلطُّرُقِ الْجَافَّةِ ، وَتَجَاوِيفَ خَاصَّةً لِلْمَطَرِ .



جِسْمٌ شُكِّلَ لِلسُّرْعَةِ

يُصَمَّمُ جِسْمُ سَيَّارَةِ السِّبَاقِ لِيَسْتَفِيدَ مِنْ تَيَّارِ الْهَوَاءِ النَّاتِجِ عِنْدَ السُّرْعَاتِ الْعَالِيَةِ ، وَلِذَلِكَ يَكُونُ مُنْخَفِضًا وَمُتَّسِعًا وَخَفِيفَ الْوَزْنِ وَلَكِنَّهُ مَصْنُوعٌ مِنْ أَلْيَافٍ مَتِينَةٍ . وَتَعْمَلُ الْمُؤَخِّرَةُ الْمَسْحُوبَةُ (أسفل يمين) وَالْمُفْسِدَاتُ الْخَلْفِيَّةُ عَلَى أَنْ يَضْغَطَ الْهَوَاءُ عَلَى السَّيَّارَةِ لِأَسْفَلَ وَيَمْنَعَ رَفْعَهَا بِوَاسِطَةِ الْهَوَاءِ .



هَلْ تَسْتَطِيعُ أَىُّ سَيَّارَةٍ أَنْ تَقُودَ نَفْسَهَا ؟

هَذِهِ السَّيَّارَةُ الْأَخَّاذَةُ هِىَ سَيَّارَةُ مِتْسُوبِيشِى التَّجْرِيبِيَّةُ مُودِيل MSR11، وَهِىَ سَيَّارَةٌ كَثِيرَةُ الأَجْهِزَةِ التِّلْقَائِيةِ ، فَيُمْكِنُهَا أَنْ تَتَعَرَّفَ عَلَى خُطُوطِ الحارَاتِ وَإِشَارَاتِ الطُّرُقِ وتَسْتَجِيبَ إِلَيهَا وَذَلِكَ بِوَاسِطَةِ دَائِرَتِهَا التِّلِيفِزْيُونِيَّةِ الْمُغْلَقَةِ وَكَامِيرَاتِهَا لِلأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ . فَبِاسْتِخْدَامِ هَذِهِ الْكَامِيرَاتِ وَمُجَسَّاتِ الْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ ــ مِثْلَ مَوْجَاتِ الْخُفَّاشِ ــ يُمكِنُهَا أَيْضًا اكْتِشَافُ حَالَةِ الْمُرُورِ وَالْعَقَبَاتِ الْأُخْرَى ، وَضَبْطُ سُرْعَةِ السَّيَّارَةِ وَاتِّجَاهِهَا عَلَى الدَّوَامِ .

وَرَغْمَ أَنْظِمَتِهَا الْمُسْتَقْبَلِيَّةِ وَقُدْرَاتِهَا الْمَلْحُوظَةِ ، فَإِنَّ هَذِهِ السَّيَّارَةَ لَا يُمْكِنُهَا أَدَاءُ كُلِّ مَهَامِّ الْقِيَادَةِ . وَيَتَنَبَّأُ خُبَرَاءُ كَثِيرُونَ بِأَنَّ الْبَاحِثِينَ وَالْمُهَنْدِسِينَ سَيَصِلُونَ يَوْمًا إِلَى سَيَّارَةٍ قَدْ تُعَوِّضُ تَأَخُّرَ السَّائِقِ فِى الِاسْتِجَابَةِ وَأَخْطَاءَهُ فِى التَّقْدِيرِ .

مُتَابَعَةٌ مُرُورِيَةٌ تِلْقَائِيَّةٌ

تَتَبَّعُ الْمُجَسَّاتُ مَايُصْدِرُهُ الصِّمَامُ الثُّنَائِىُّ الْبَاعِثُ لِلضَّوْءِ عَلَى مُؤَخِّرَةِ السَّيَّارَةِ الْأَمَامِيَّةِ .

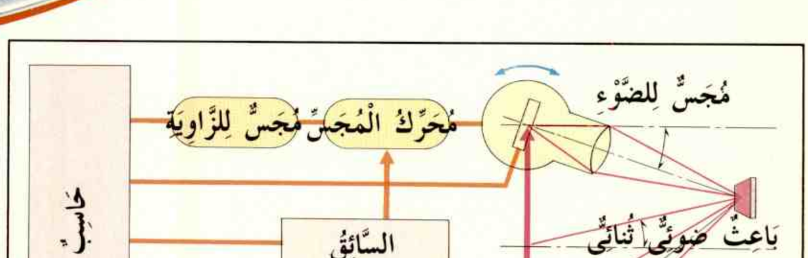




الْمَعْلُومَاتُ وَالْمِلَاحَةُ

يُمِدُّ النِّظَامُ الْمِلَاحِىُّ السَّائِقَ بِالْخَرَائِطِ وَالْإِرْشَادَاتِ إِلَى أَحْسَنِ الْمَسَارَاتِ الَّتِى يَتَّخِذُهَا ، وَذَلِكَ بِالْإِضَافَةِ إِلَى تَوْضِيحِ صُورَةِ الطَّرِيقِ وَأَوْضَاعِ الْمُرُورِ .





يَقُومُ الْحَاسِبُ الْآلِىُّ (يسار) لِلسَّيَّارَةِ الْخَلْفِيَّةِ بِإِكْسَابِهَا السُّرْعَةَ الْمَضْبُوطَةَ وَبِضَبْطِ اتِّجَاهِ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ لِيُحَافِظَ عَلَى الْمَسَافَةِ الْمُنَاسِبَةِ ، وَذَلِكَ بِالْتِقَاطِ وَتَحْلِيلِ الضَّوْءِ الصَّادِرِ مِنْ بَاعِثٍ لِلضَّوْءِ ثُنَائِىٍّ (ب ض ث) عَلَى مُؤَخِّرَةِ السَّيَّارَةِ الْأَمَامِيَّةِ .



تَلْتَقِطُ مُجَسَّاتٌ خَاصَّةٌ بِالْقُرْبِ مِنَ الْأَضْوَاءِ الْكَاشِفَةِ لِلسَّيَّارَةِ الضَّوْءَ الْمُنْبَعِثَ مِنْ (ب ض ث) مُثَبَّتٍ عَلَى مُؤَخِّرَةِ السَّيَّارَةِ الْأَمَامِيَّةِ .

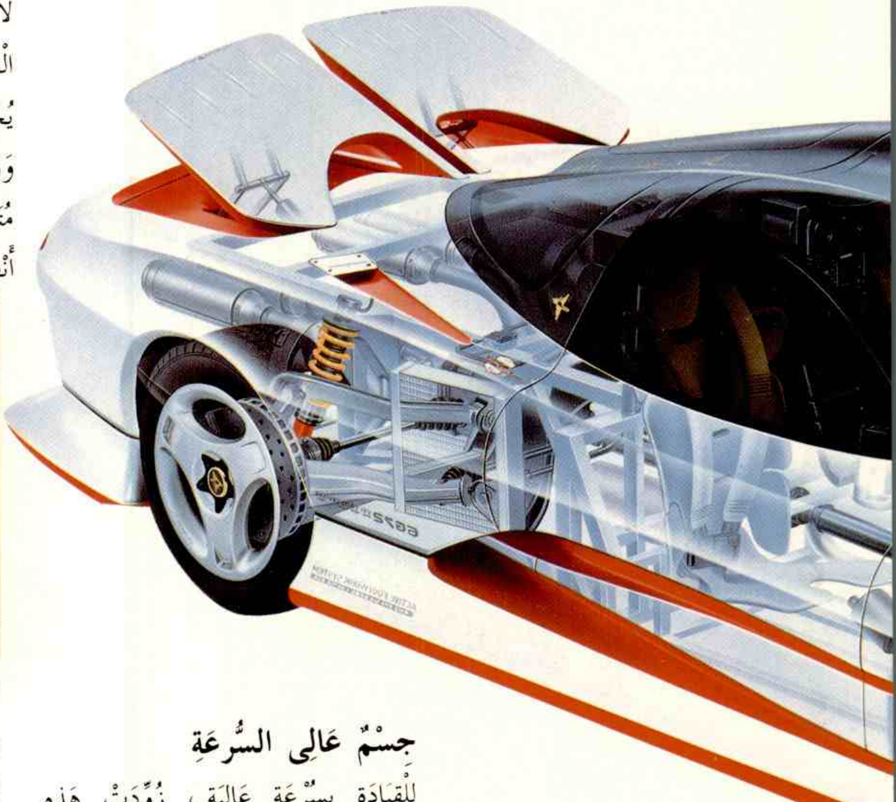
تَحْسِينُ رُؤْيَةِ السَّائِقِ

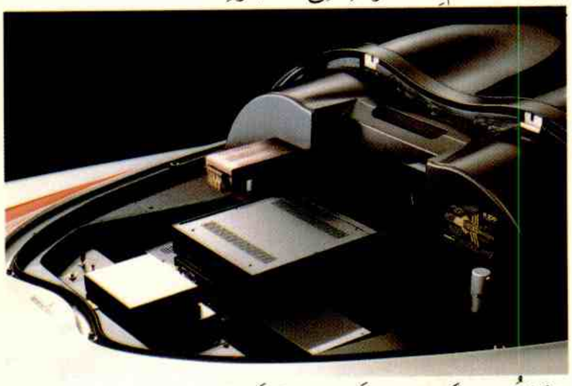


يُوجَدُ بَيْنَ مَقْعَدِ السَّائِقِ وَالرَّاكِبِ كَامِيرَاتٌ تِلِيفِزْيُونِيَّةٌ وَتَحْتَ حَمْرَاءَ تَمْسَحُ الْمِنْطَقَةَ الْمُحِيطَةَ بِالسَّيَّارَةِ وَيُمْكِنُهَا إِرْسَالُ صُوَرٍ تُعَالَجُ بِوَاسِطَةِ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ بِالسَّيَّارَةِ . وَيَسْتَجِيبُ هَذَا النِّظَامُ وَيَرَى الْأَشْيَاءَ الَّتِي قَدْ لَا يُدْرِكُهَا السَّائِقُ مِثْلَ الْمُرُورِ الْقَادِمِ وَالتَّوَقُّفِ الْمُفَاجِئِ وَالْمُنْعَطَفَاتِ الْحَادَّةِ وَأَحْوَالِ اسْتِوَاءِ الطَّرِيقِ . وَإِلَى جَانِبِ مَدِّ السَّائِقِ بِهَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ ، فَإِنَّهَا بِبَسَاطَةٍ تَضْبِطُ سُرْعَةَ السَّيَّارَةِ وَاتِّجَاهَهَا . وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ ، يَتَمَكَّنُ السَّائِقُ مِن التَّقَدُّمِ فِي طَرِيقِهِ بِأَمَانٍ أَكْثَرَ .

أَمْخَاخُ السَّيَّارَةِ الذاتِيَّةِ الحركَةِ

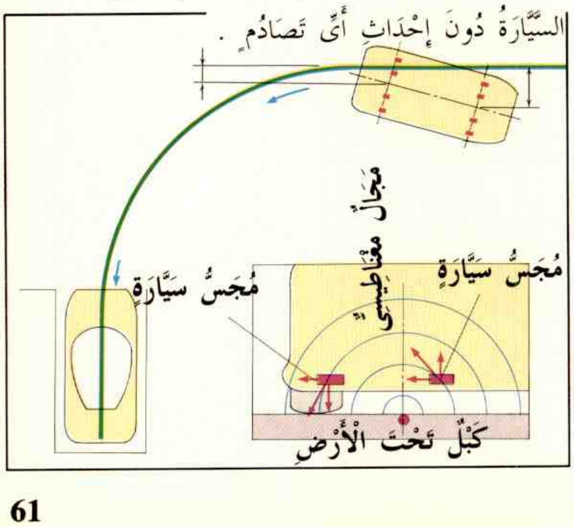
لَا تَسْتَطِيعُ هَذِهِ السَّيَّارَةُ الذاتِيَّةُ الحركَةُ أَنْ تَعْمَلَ دُونَ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ . وَنِظَامُ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ الْمَوْجُودُ بِهَا يُحَلِّلُ الْبَيَانَاتِ الَّتِي تَجْمَعُهَا مُجَسَّاتُ السَّيَّارَةِ وَكَامِيرَاتُهَا وَوَحَدَاتُهَا الْمِيكَانِيكِيَّةُ ، وَيُعَالِجُهَا بِحَاسِبَاتٍ آلِيَّةٍ مُنْفَصِلَةٍ مُتَعَدِّدَةٍ وَصَغِيرَةٍ ، ثُمَّ يُرْسِلُ الْإِشَارَاتِ الْمَضْبُوطَةَ إِلَى أَنْظِمَةِ التَّحَكُّمِ الْمُتَنَوِّعَةِ فِي السَّيَّارَةِ .





مَوْقِفُ سَيَّارَاتٍ بِلَا مَشَاكِلَ

فِي سَاحَاتِ الِانْتِظَارِ الَّتِي بِهَا كَابِلَاتٌ مَغْنَاطِيسِيَّةٌ مَدْفُونَةٌ تَحْتَ سَطْحِهَا ، فَإِنَّ نِظَامَ الِانْتِظَارِ فِي السَّيَّارَةِ الذاتيةِ الحركةِ يُحِسُّ بِالمجَالَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ لِهَذِهِ الْكَابِلَاتِ . وَتُمَرِّرُ المجسَّاتُ الْمَغْنَاطِيسِيَّةُ الْأَرْبَعَةُ بِالسَّيَّارَةِ الْبَيَانَاتِ إِلَى حَاسِبٍ آلِيٍّ يُخطِرُ العَجَلَاتِ بِطَرِيقَةِ انْحِرَافِهَا . وَتَسْتَكْشِفُ مُجسَّاتٌ أُخْرَى الْأَجْسَامَ حَتَّى تَصْطَفَّ السَّيَّارَةُ دُونَ إِحْدَاثِ أَيِّ تَصَادُمٍ .



جِسْمٌ عَالِي السُّرعَةِ

لِلْقِيَادَةِ بِسُرْعَةٍ عَالِيَةٍ ، زُوِّدَتْ هَذِهِ السَّيَّارَةُ بِمُفْسِدٍ أَمَامِيٍّ ، وزعانِفَ كَاذِبَةٍ ، وَقَلَّابَاتٍ تُضْبَطُ تِلْقَائِيًّا لِجَعْلِ مُقَاوَمَةِ الْهَوَاءِ أَقَلَّ مَا يُمكِنُ .


قَلَّابَاتٌ


زُعْنِفَةٌ كَاذِبَةٌ


قَلَّابُ فنتورى

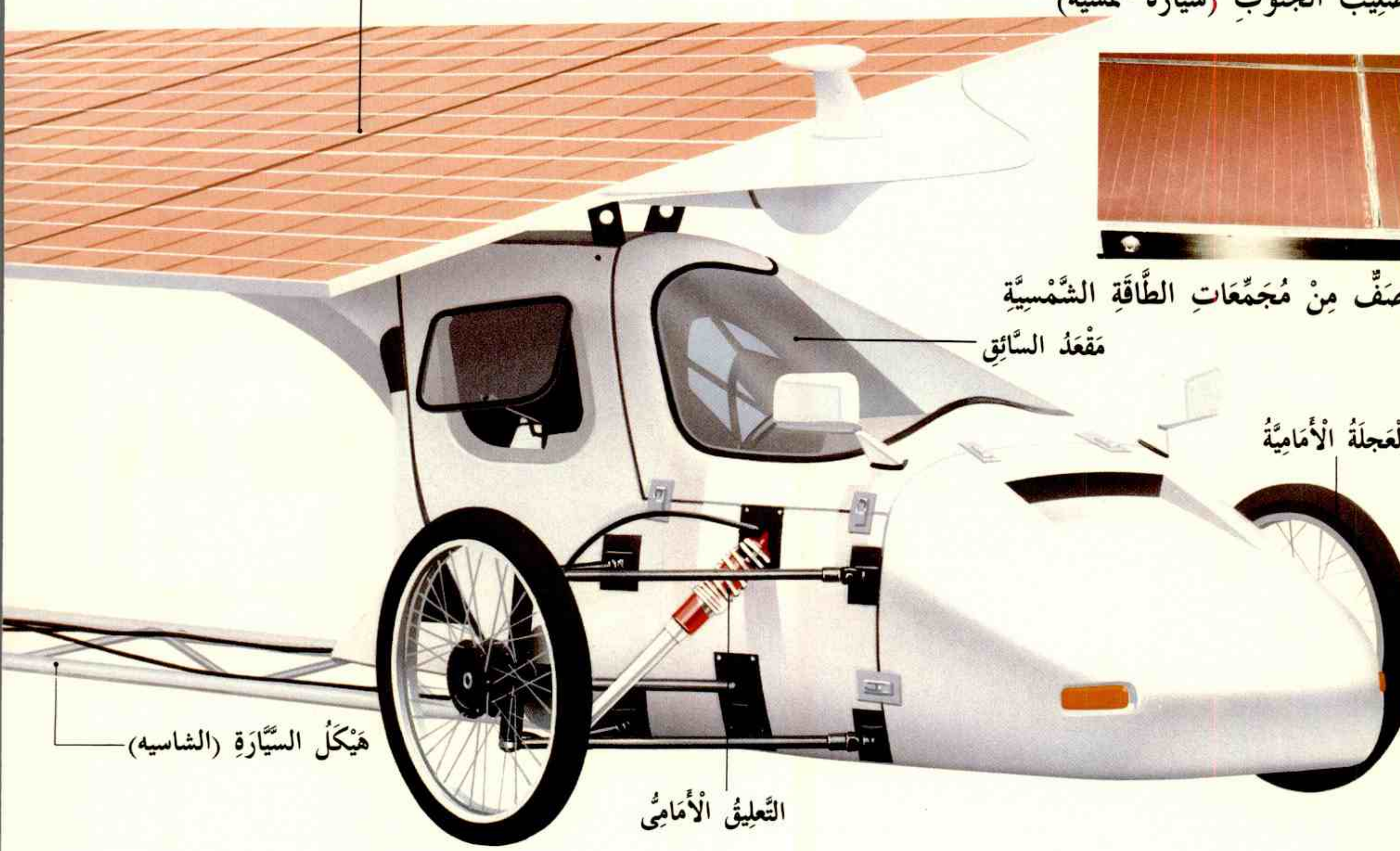

مُفْسِدٌ أَمَامِيٌّ

كَيفَ تَعمَلُ سَيَّارَاتُ الْقُدْرَةِ الشَّمْسِيَّةِ ؟

مَازَالَت السَّيَّارَاتُ الَّتِى تَعْمَلُ بِالطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ فِى مَرْحَلَةِ التَّجْرِيبِ ، وَهِىَ تَخْتَلِفُ كَثِيرًا فِيمَا بَيْنَهَا فِى تَصْمِيمِهَا وتَرْكِيبِهَا وَأَدَائِهَا . وَلَكِنَّهَا جَمِيعًا تَتَشَابَهُ فِى أَسَاسِيَّاتٍ وَاحِدَةٍ . فَكُلُّهَا بِهَا لَوْحَاتٌ لِتَجْمِيعِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ حيثِ تَقُومُ بِامْتِصَاصِ ضَوْءِ الشَّمْسِ وَتُحوِّلُهُ إِلَى كَهْرَبَاءَ . وَمُعْظَمُهَا يُخَزِّنُ هَذِهِ الكَهْرَبَاءَ فِى بَطَّارِيَّاتٍ خَاصَّةٍ ثُمَّ يَسْتَخْدِمُهَا لِإِدَارَةِ الْمُحَرِّكِ الْكَهْرَبِىِّ الَّذِى يُدِيرُ الْعَجَلاتِ .

وَتُصَمَّمُ السَّيَّارَاتُ الشَّمْسِيَّةُ لِلاسْتِفَادَةِ الْكَامِلَةِ مِنْ مَخْزُونِ طَاقَاتِهَا . وَيُصْنَعُ مُعْظَمُهَا مِنْ مَوَادَّ خَفِيفَةِ الْوَزْنِ جِدًّا ، وَشَكْلُهَا يُقَلِّلُ مُقَاوَمَةَ الْهَوَاءِ إِلَى أَدْنَى قِيمَةٍ . وَنظَرِيًّا ، فَإِنَّ السَّيَّارَةَ الشَّمْسِيَّةَ تَعْمَلُ إِلَى مَا لانِهَايَةَ ، وَلَا تَحْتَاجُ وَقُودًا سِوَى ضَوْءِ الشَّمْسِ ، وَلَا يَنْتُجُ عَنْهَا تَلَوُّثٌ . وَعَيْبُهَا الْوَحِيدُ هُوَ أَنَّهَا لَا تَعْمَلُ فِى اللَّيْلِ أَو الْأَيَّامِ الْمعْتِمَةِ . وَيَعْمَلُ الْبَاحِثُونَ لِلتَّغَلُّبِ عَلَى ذَلِكَ .

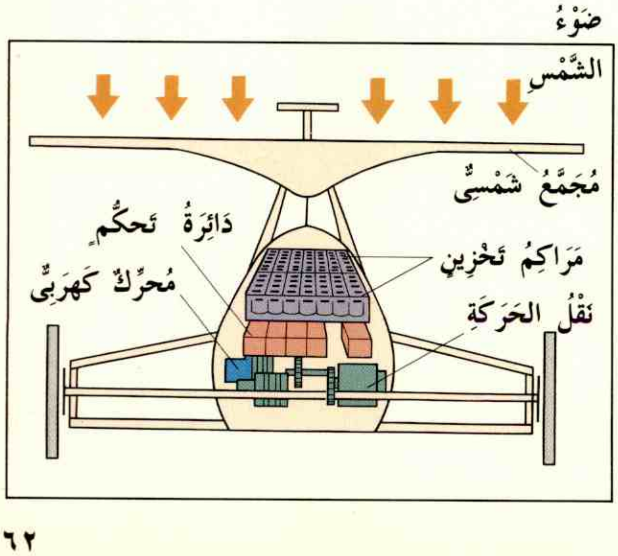
صَلِيبُ الْجنُوبِ (سيارة شمسية)

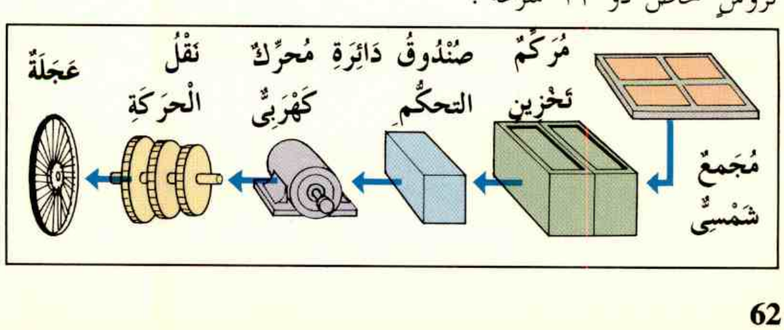


صَفٌّ مِنْ مُجَمِّعَاتِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ

تُرُوسٌ ومُجَمِّعَات

تَسْرِى الْكَهْرَبَاءُ الْمتَوَلِّدَةُ فِى مُجَمَّعَاتِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ خِلَالَ أَسْلَاكٍ إِلَى مُرَكِّمِ تَخْزِينٍ . وَمِنْهَا إِلَى مُحَرِّكٍ كَهْرَبِىٍّ يَكْتَسِبُ قُدْرَةً تُدِيرُ الْمِحْوَرَ وَالْعَجَلَاتِ . وَيُؤَمِّنُ كَفَاءَةَ اسْتِخْدَامِ الطَّاقَةِ عَلَى مُخْتَلَفِ ظُرُوفِ الطَّرِيقِ نِظَامُ تُرُوسٍ خَاصٌّ ذُو ١٢ سُرْعَةً .



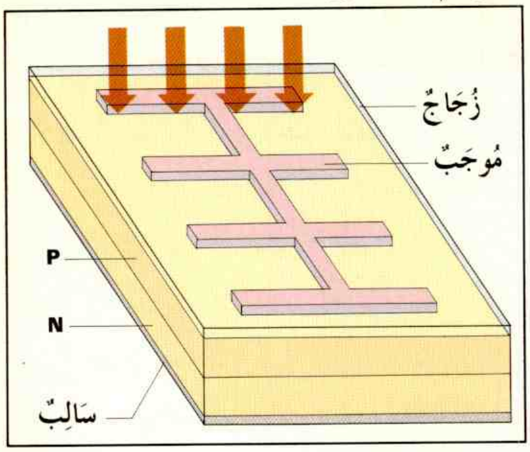




سَيَّارَةُ صَلِيبِ الْجَنُوبِ لَهَا لَوْحَةُ طَاقَةٍ شَمْسِيَّةٍ قَابِلَةٌ لِلْمَيْلِ

الْمُرَكِّمُ الشَّمْسِىُّ

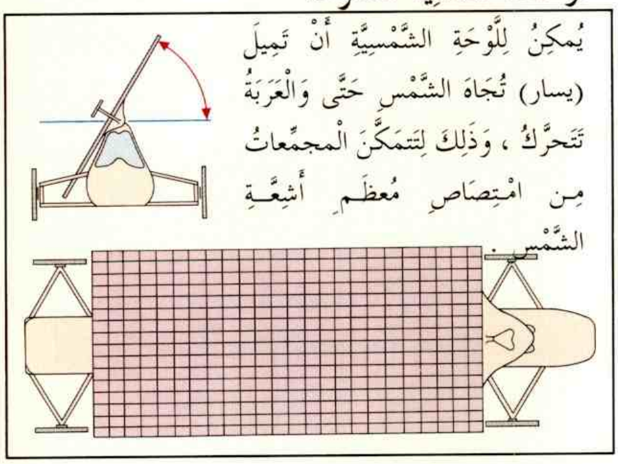
كُلُّ خَلِيَّةٍ شَمْسِيَّةٍ بِهَا طَبَقَتَانِ مِن السِّيلِيكُون : طَبَقَةٌ مُوجَبَةٌ (P)، وَطَبَقَةٌ سَالِبَةٌ (N). وَعِنْدَمَا يَصْطَدِمُ الضَّوْءُ بِالْخَلِيَّةِ فَإِنَّهُ يُحَرِّرُ إِلِكْتُرُونَاتٍ مِن الطَّبَقَةِ الْمُوجَبَةِ ، فَيَتَوَلَّدُ تَيَّارٌ كَهْرَبِىٌّ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الطَّبَقَةِ السَّالِبَةِ . وَيدُورُ الْمُحَرِّكُ الكَهْرَبِىُّ لِلسَّيَّارَةِ بِهَذَا التَّيَّارِ .

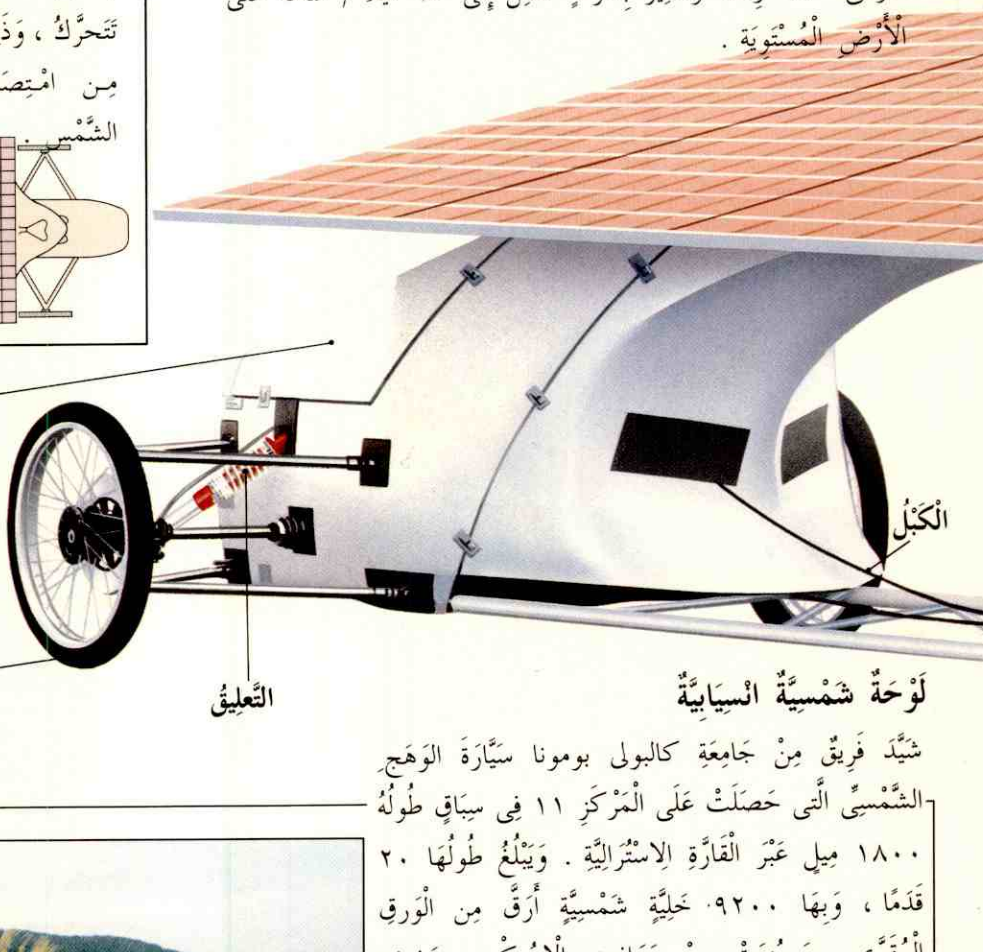


يَبْلُغُ طُولُ سَيَّارَةِ صَلِيبِ الْجَنُوبِ الْيَابَانِيةِ حَوَالَى ٢٠ قَدَمًا ، وَتَزِنُ حَوَالَىْ ٦٢٠ رِطْلًا وَتَسِيرُ بِسُرْعَةٍ تَصِلُ إِلَى ٢٥ ميلا / ساعة عَلَى الْأَرْضِ الْمُسْتَوِيَةِ .

لَوْحَاتٌ شَمْسِيَّةٌ مُتَحَرِّكَةٌ

يُمكِنُ لِلَّوْحَةِ الشَّمْسِيَّةِ أَنْ تَمِيلَ (يسار) تُجَاهَ الشَّمْسِ حَتَّى وَالْعَرَبَةُ تَتَحَرَّكُ ، وَذَلِكَ لِتَتَمَكَّنَ الْمجمِّعاتُ مِن امْتِصَاصِ مُعظَمِ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ .

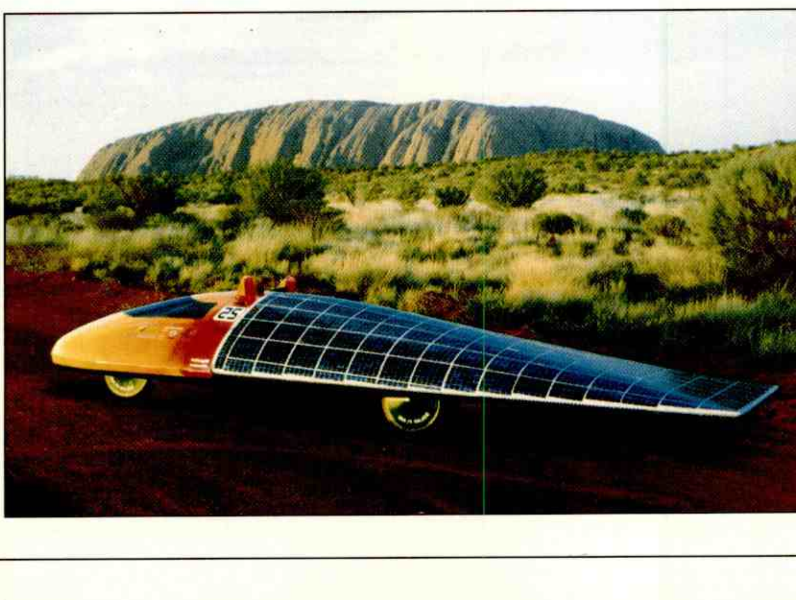




لَوْحَةٌ شَمْسِيَّةٌ انْسِيَابِيَّةٌ

شَيَّدَ فَرِيقٌ مِنْ جَامِعَةِ كالبولى بومونا سَيَّارَةَ الْوَهَجِ الشَّمْسِىِّ الَّتى حَصلَتْ عَلَى الْمَرْكَزِ ١١ فِى سِبَاقٍ طُولُهُ ١٨٠٠ مِيلٍ عَبْرَ الْقَارَّةِ الاسْتِرَالِيَّةِ . وَيَبْلُغُ طُولُهَا ٢٠ قَدَمًا ، وَبِهَا ٩٢٠٠ خَلِيَّةٍ شَمْسِيَّةٍ أَرَقَّ مِن الْوَرَقِ الْمُقَوَّى ، وَصُنِعَتْ مِنْ جَرَافِيتِ الْإِيبُوكْسِى خَفِيفِ الْوَزْنِ . وَيُمكِنُهَا أَنْ تَقْطَعَ ١٢٥ مِيلًا عَلَى بَطَّارِيَّةٍ خَارْصِين ــ فِضَّةٍ مَشْحُونَةٍ مُسبَّقًا دُونَ حَاجَةٍ لِلطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ ، وَكَانَ هَذَا السِّبَاقُ عَامَ ١٩٩٠

وَفِى السِّبَاقِ تَكَرَّرَ كَسْرُ جَنْزِيرِ التَّدْوِيرِ الْمُتَّصِلِ بِالْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ ، كَمَا تَكَرَّرَ ثَقْبُ الْإِطَارَاتِ ، فَانْخَفَضَ مُتَوَسِّطُ السُّرْعَةِ مِن الْقِيمَةِ الْمُتَوَقَّعَةِ وَهِىَ ٤٢ ميلا / ساعة إِلَى ٢٧ ميلا / ساعة . وَبَعْدَ التَّحْسِينَاتِ ، فَازَت بِسِبَاقَيْنِ فِى أَمْرِيكَا عَامَ ١٩٩١ .



مَا هِىَ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ ؟

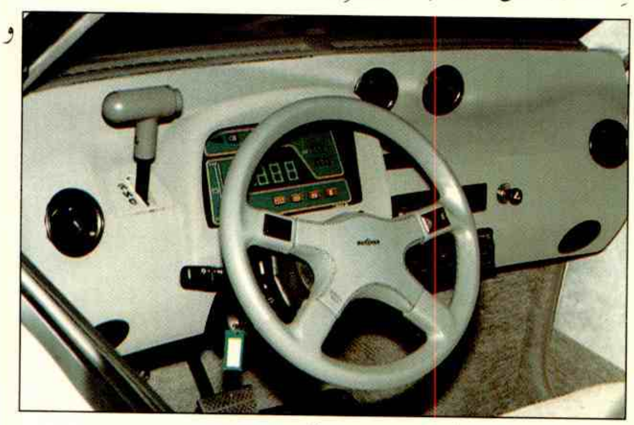
تَسِيرُ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ عَلَى الْكَهْرَبَاءِ الَّتِى تُسْتَمَدُّ مِنْ مَقْبسٍ مَنْزِلِىٍّ مَأْلُوفٍ وَالمخَزَّنَةُ فِى بَطَّارِيَّاتِ السَّيَّارَةِ الْقَابِلَةِ لِلشَّحْنِ . وَلَا تَحْتَاجُ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ إِلَى نَقْلِ الحَرَكَةِ الْمُسْتَخْدَمِ فِى السَّيَّارَاتِ ذَاتِ مُحَرِّكَاتِ الاِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِىِّ ، لِأَنَّ الْكَهْرَبَاءَ تُرْسَلُ إِلَى مُحَرِّكٍ كَهْرَبِىٍّ مُتَّصِلٍ بِمِحْوَرِ التَّدْوِيرِ . وَهَذَا الْمُحَرِّكُ يُدِيرُ الْمِحْوَرَ وَيُحَرِّكُ السَّيَّارَةَ . وَقَدْ أَوْضَحَت الاِسْتِعْمَالَاتُ التَّجْرِيبِيَّةُ لِلسَّيَّارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ أَنَّهَا يُمكِنُ أَنْ تَسِيرَ مَسَافَةَ ١٣٠ مِيلًا قَبْلَ أَنْ تَحْتَاجَ لِإِعَادَةِ شَحْنِ بَطَّارِيَّاتِهَا . وَهِىَ أَقَلُّ بِكَثِيرٍ مِن السَّيَّارَاتِ ذَاتِ الاِحْتِرَاقِ الْبِتْرُولِىِّ مِنْ جِهَةِ إِحْدَاثِهَا لِلتَّلَوُّثِ البِيئِىِّ ، كَمَا أَنَّهَا أَكْثَرُ مِنْهَا هُدُوءًا . وَعَيْبُهَا الرَّئِيسِىُّ هُوَ زَمَنُ إِعَادَةِ شَحْنِهَا الَّذِى يَسْتَغْرِقُ ٦ سَاعَاتٍ .

قِطَاعٌ فِى سَيَّارَةٍ كَهرَبَائِيَّةٍ



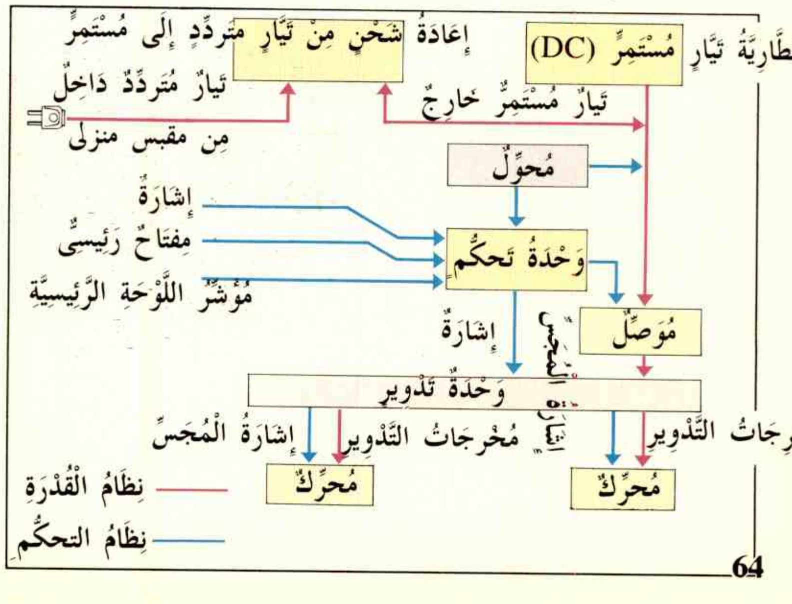
سَيَّارَةٌ بِدُونِ نَقْلِ حَرَكَةٍ

مِنْ أَهَمِّ مُمَيِّزَاتِ السَّيَّارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ (أسفل) بَسَاطَةُ ذِرَاعِ تَغْيِيرِ التُّرُوسِ ، لِأَنَّهُ لَيْسَ بِالسَّيَّارَةِ نَقْلُ حَرَكَةٍ . وتُظْهِرُ الْعَدَّادَاتُ سُرْعَةَ اللَّفَّاتِ فِى الدَّقِيقَةِ وَسُرْعَةَ السَّيَّارَةِ وشِحْنَةَ الْبَطَّارِيةِ .



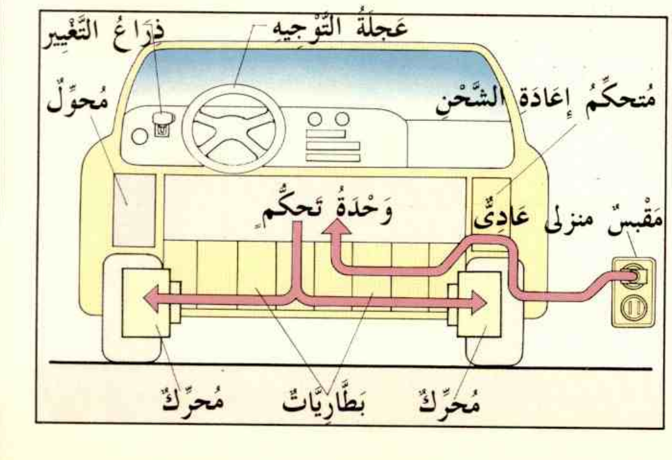
كَيْفَ تُدِيرُ الكَهْرَبَاءُ العَجَلَاتِ

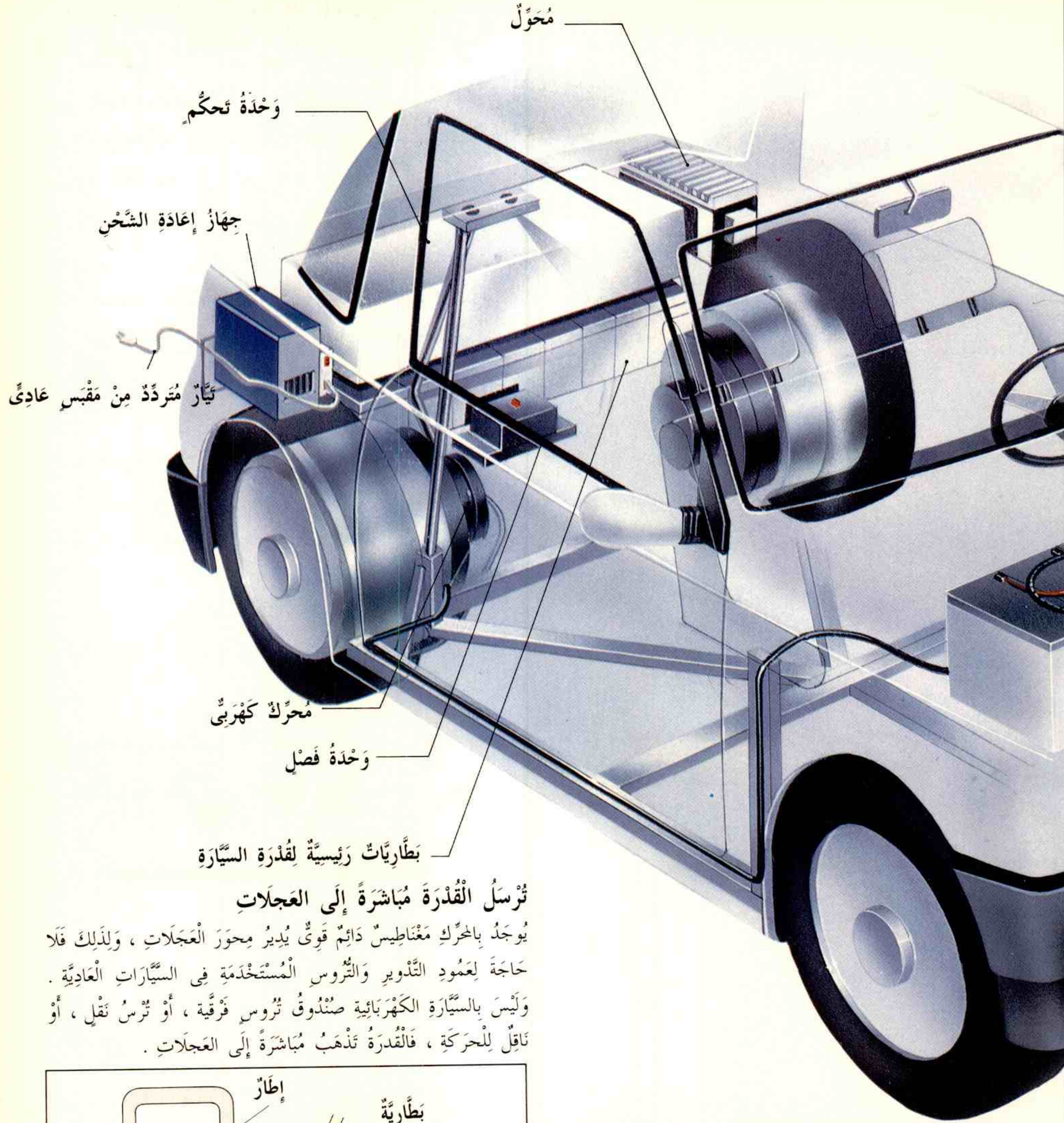
تُخَزَّنُ الكَهْرَبَاءُ الَّتِى تُمِدُّ السَّيَّارَةَ الكَهرَبِيَّةَ بِالْقُدْرَةِ فِى بَطَّارِيَّاتِهَا أَوَّلًا (أسفل علوى). وَأَثْنَاءَ تَحَرُّكِ السَّيَّارَةِ تَسْرِى الْكَهْرَبَاءُ إِلَى المَوصِّلِ الكَهْرُومَغْنَاطِيسِىِّ . وَيتِمُّ التَّحكُّمُ فِى الْقُدْرَةِ طِبْقًا لِبيانَاتِ الْمُجَسَّاتِ وَمُتحكِّمَاتِ الْقِيَادَةِ ، ثُمَّ تُرْسَلُ الْقُدْرَةُ إِلَى المحرِّكَاتِ لِتُدِيرَ العَجَلَاتِ وتَنطَلِقَ السَّيَّارَةُ .



إِعَادَةُ شَحْنِ بَطَّارِيَّةٍ ضَعِيفَةٍ

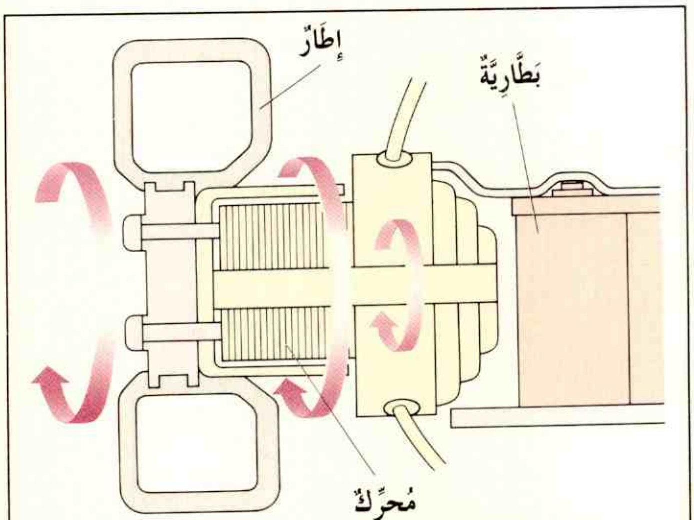
يَسْتَمِدُّ جِهَازُ إِعَادَةِ شَحْنِ الْعَرَبَةِ بِالكَهرَبَاءِ قُدْرَتَهُ مِنْ مَقْبسٍ عَادِىٍّ ٢٢٠ فولت . وَيُسْتَخْدَمُ هَذَا الْجِهَازُ لِتَخْزِينِ مَدَدٍ جَدِيدٍ مِن الطَّاقَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ فِى بَطَّارِيَّاتِ السَّيَّارَةِ .





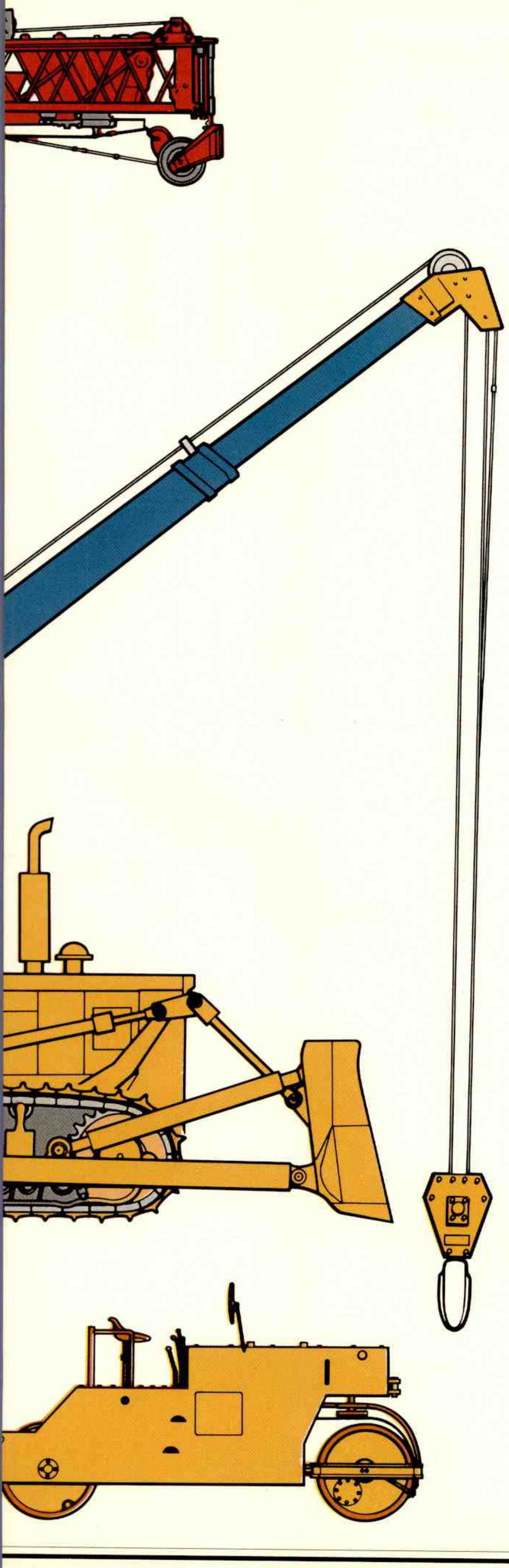
تُرسِلُ الْقُدْرَةَ مُباشَرَةً إلَى العَجلاتِ

يُوجَدُ بالمحرِّكِ مَغْناطِيسٌ دائِمٌ قوِيٌّ يُدِيرُ مِحورَ الْعَجَلاتِ ، وَلِذلِكَ فَلا حاجَةَ لِعَمُودِ التَّدْويرِ وَالتُّروسِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي السَّيَّارَاتِ الْعادِيَّةِ . وَلَيْسَ بِالسَّيَّارَةِ الكَهْرَبائِيةِ صُنْدُوقُ تُروسٍ فَرْقَية ، أَوْ تُرسُ نَقْلٍ ، أَوْ نَاقِلٌ لِلْحرَكَةِ ، فَالْقُدرَةُ تَذْهَبُ مُباشَرَةً إلَى العَجلاتِ .





السَّيارَة الكَهْرَبائيةُ دستينى ٢٠٠٠ تَجْمَعُ بَيْن لَوْحاتِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَالْبطَّارِيَّاتِ فِي جِسْمِ السَّيَّارَةِ المصْنُوعِ مِن الأَلْيَافِ الزُّجاجِيَّةِ .

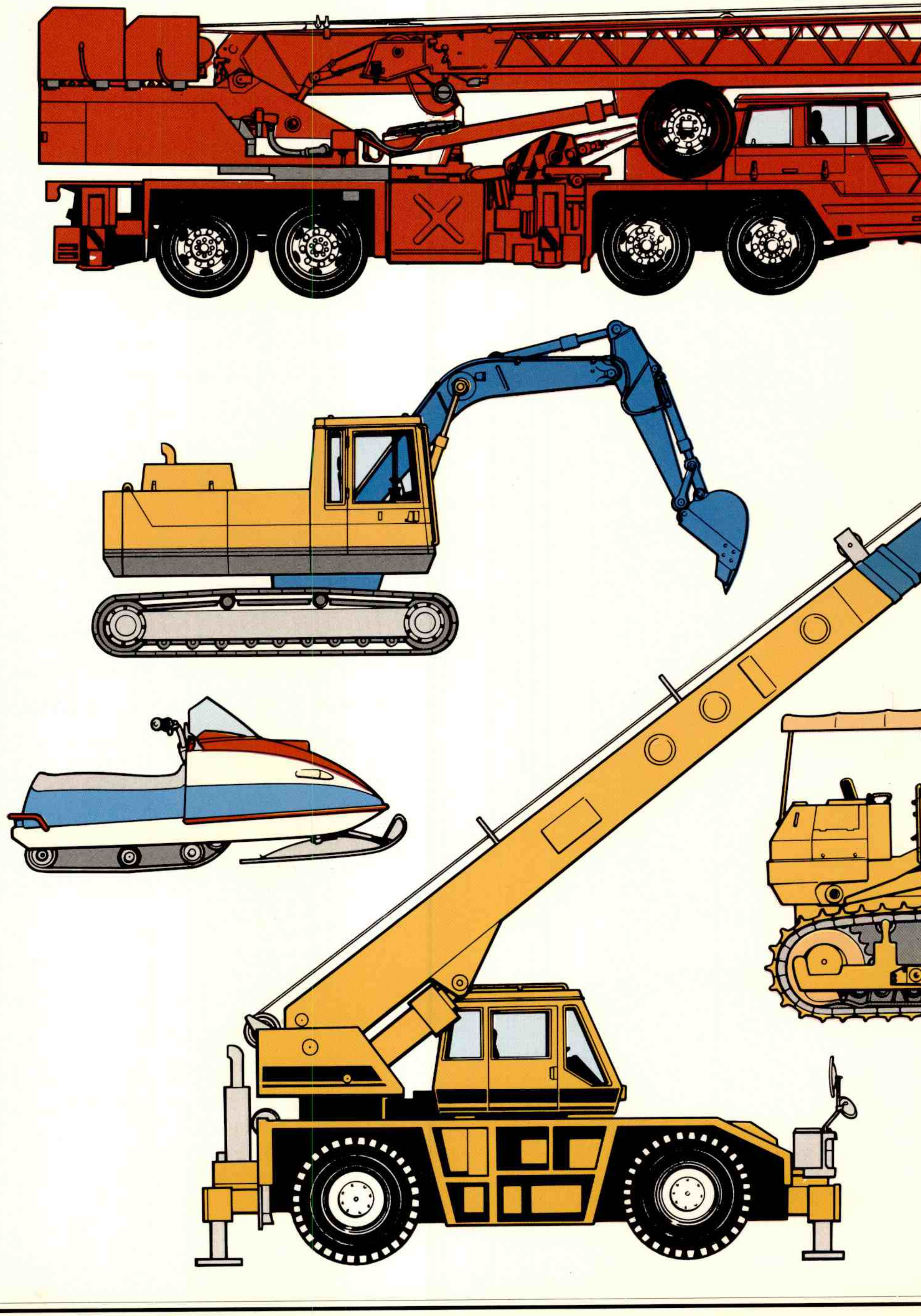


3 مَرْكَبَةٌ لِكُلِّ غَرَضٍ

مُنْذُ اخْتِراعِ السَّيَّارَةِ ، وَجَد المَهَنْدِسُونَ عَدَدًا لَا يُحْصَى مِن الاسْتِخْدَامَاتِ لِلعَرَبَاتِ الَّتِى لَا تَجرُّهَا الْخُيولُ ، فَصمَّمُوا مَرْكَباتٍ لِاسْتِخْدَامَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ كَثِيرَةٍ . فَالْمركَبَاتُ الَّتِى لَهَا جَنَازِيرُ دَوَّارَةٌ أَوْ زَحَّافاتٌ بَدلًا مِن العَجلَاتِ ــ مَثَلًا ــ يُمكنُهَا الْوُصُولُ إِلَى الْأَرَاضِى الْوعْرَةِ الَّتِى كَانَ يُمكنُ الْوُصُولُ إِلَيْهَا مِنْ قَبْلُ عَلَى الْأَقْدَامِ فَقطْ . وَالْمِرْفَاعُ (أو الونش) كَان يَوْمًا ما تَرْكِيبًا ثَقِيلًا يَجب نَقْلُهُ مِنْ مَوقعِ بِنَاءٍ إِلَى آخَرَ . وَبِتَطْوِيرِ ذِرَاعِ الْمِرْفَاعِ المتَدَاخِلِ ، فَإِنَّ الْمِرْفَاعَ الآنَ يُقَادُ عَلَى هَيْكَلِهِ الْخَاصِّ المتحرِّكِ إِلَى مَوَاقِعِ الْبِنَاءِ حَيْثُ يُسْتَخْدَمُ لِأَدَاءِ وَظَائِفِ رَفْعٍ قَلِيلَةٍ فَقطْ .

وَرَغْمَ أَنَّ المرْكَبَاتِ الْخَاصَّةَ ــ المَوضَّحَةَ هُنَا ــ تَخْدمُ أَغْرَاضًا مُتَنَوِّعَةً ، إِلَّا أَنَّهَا تَشْتَرِكُ جَمِيعًا فِى قُدْرَتِهَا عَلَى رَفْعِ الْأَحْمَالِ الثَّقِيلَةِ . فَسَيَّارَاتُ إِطْفَاءِ الحَرَائِقِ تَحمِلُ السَّلَالِمَ الطَّوِيلَةَ ، وَالْأَوْنَاشُ وَالحفَّارَاتُ تَرْفَعُ أَذْرُعًا ثَقِيلَةً مَعَ حُمُولَاتِهَا . وَتحصُلُ هَذِهِ المرْكَبَاتُ الحدِيثَةُ عَلَى قُدْرَةِ الرَّفْعِ مِنْ أَنْظِمَةٍ هِيدْرُولِيكِية تَحوِى كَبَّاسَاتٍ تَتحَرَّكُ بِإِحْكَامٍ فِى أُسْطُوانَاتٍ مَمْلُوءَةٍ بِالزَّيْتِ . وَعِندَمَا تُحْدِثُ مِضَخَّةٌ ضَغْطًا عَلَى السَّائِلِ الْهِيدْرُولِيكِى ، فَإِنَّ الْكَبَّاسَ يَنْدَفِعُ إِلَى الخَارِجِ مُحرِّكًا السُّلَّمَ أَوِ الذِّرَاعَ . وَعِنْدَمَا يُزَالُ الضَّغْطُ ، يتراجَعُ الكَبَّاسُ . وَتُعْطِى الْأَنْظِمَةُ الْهِيدْرُولِيكِيَّةُ هَذِهِ الْآلَاتِ مَجالًا وَاسِعًا مِن الْقُدْرَةِ عَلَى المنَاوَرَةِ . وَإِذَا وُصِلَتْ بِهَذِهِ الْآلَاتِ قِطَعٌ لِلْحَفْرِ أَوِ الرَّفعِ أَوِ الدَّفْعِ ، فَإِنَّهَا تُؤَدِّى أَعْمَالًا أَكْثَرَ تَعْقِيدًا ، كَمَا سَتُوضِّحُ الصَّفَحاتُ التَّالِيَةُ .

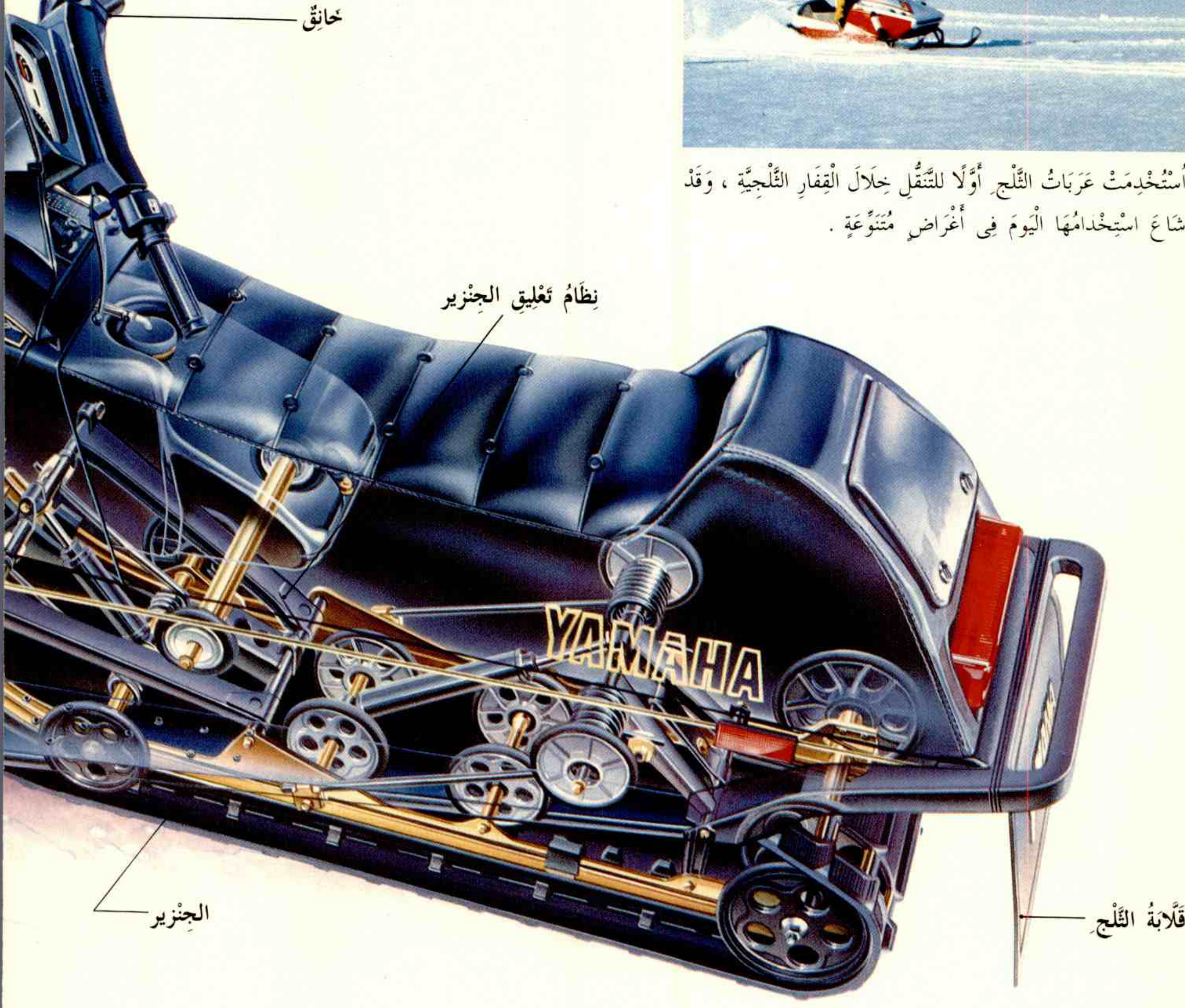
يَظْهرُ إِلَى اليسَارِ بَعضُ المرْكَبَاتِ الْمُتخَصِّصَةِ الَّتِى تُستَخْدَمُ الْيوْمَ وَهِى : سَيَّارَةُ إِطْفَاءِ الْحَرَائِقِ وعَرَبَةُ الثَّلْجِ وَوِنْشُ الْإِنْشَاءَاتِ .



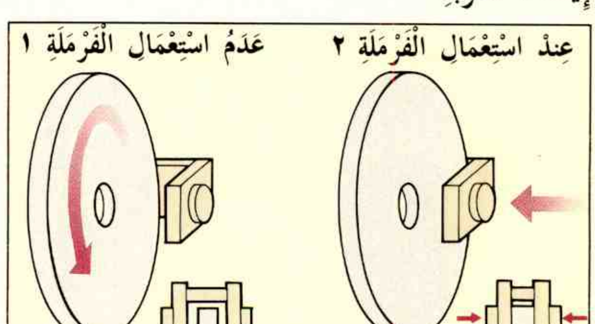
مَا الَّذِى يُحرِّكُ



أُسْتُخْدِمَتْ عَرَبَاتُ الثَّلجِ أَوَّلًا للتَّنَقُّلِ خِلاَلَ الْقِفارِ الثَّلْجِيَّةِ ، وَقَدْ شَاعَ اسْتِخْدامُهَا الْيَومَ فِى أَغْرَاضٍ مُتَنَوِّعَةٍ .

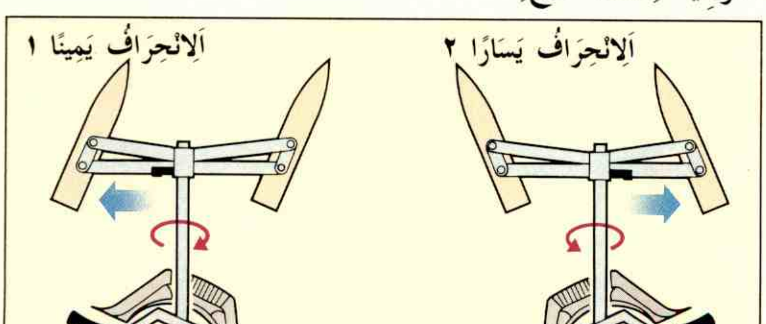


إيقَافُ الْعَرَبةِ



عِندَمَا يَضْغَطُ السَّائِقُ عَلَى ذِرَاعِ الْفَرْمَلَةِ ، فَإِنَّ عَدَدًا مِن الْمسَانِدِ تَضْغَطُ عَلَى قُرْصٍ مُرَكَّبٍ عَلَى عَمُودِ الإِدَارَةِ .

التَّوجِيهُ خِلاَلَ الثَّلجِ

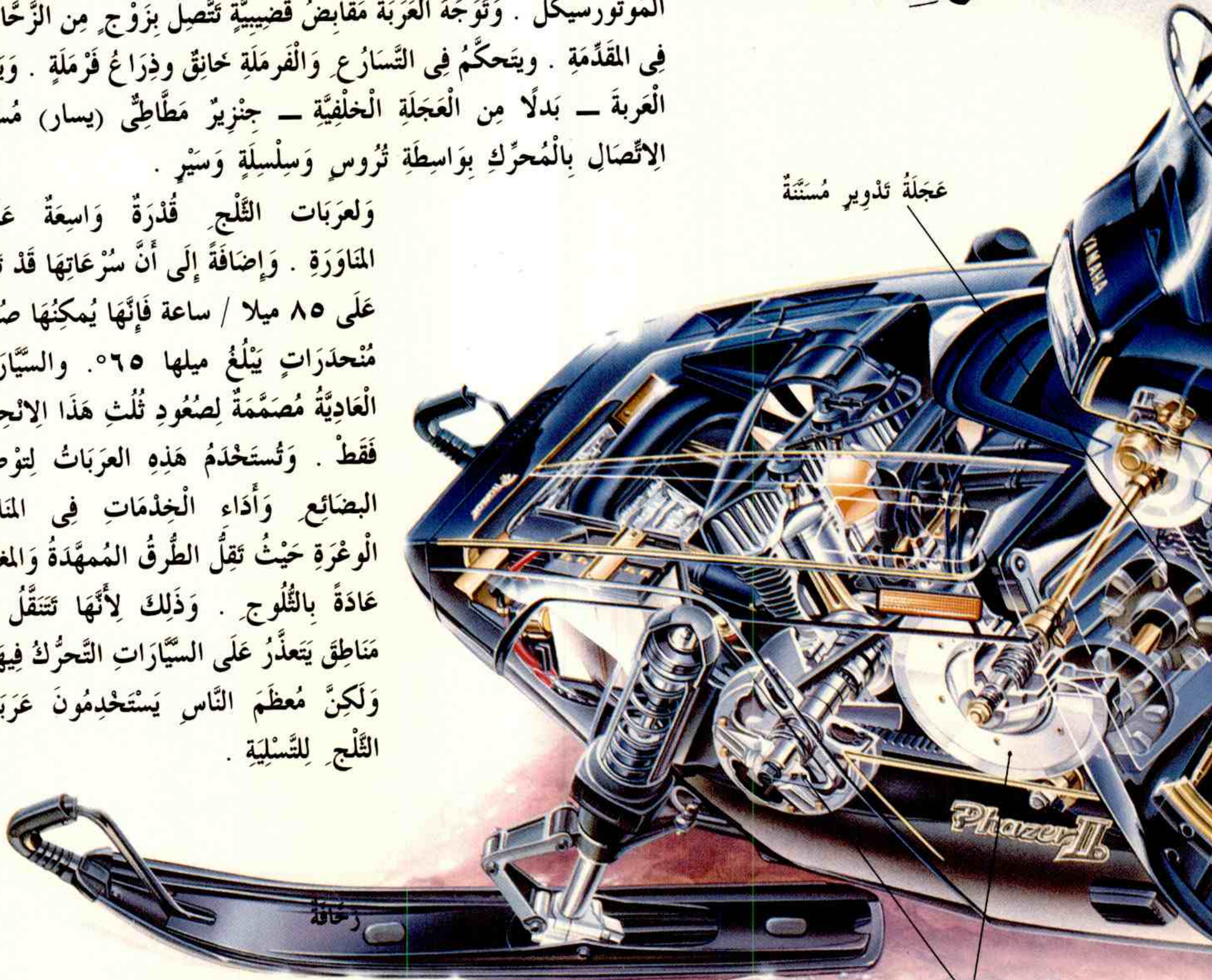


بِإِدَارَةِ قُضْبَانِ الْمَقْبِض فِى اتِّجَاهِ دَوَرَانِ عَقْرَبِى السَّاعَةِ تَنْحرِفُ الزحَّافتان يَمِينًا ، بَيْنَمَا إِدَارَتُهما ضِدَّ عَقْرَبِى السَّاعَةِ تَحرِفُهُما يَسَارًا .

عَرَبَاتِ الثَّلْجِ ؟

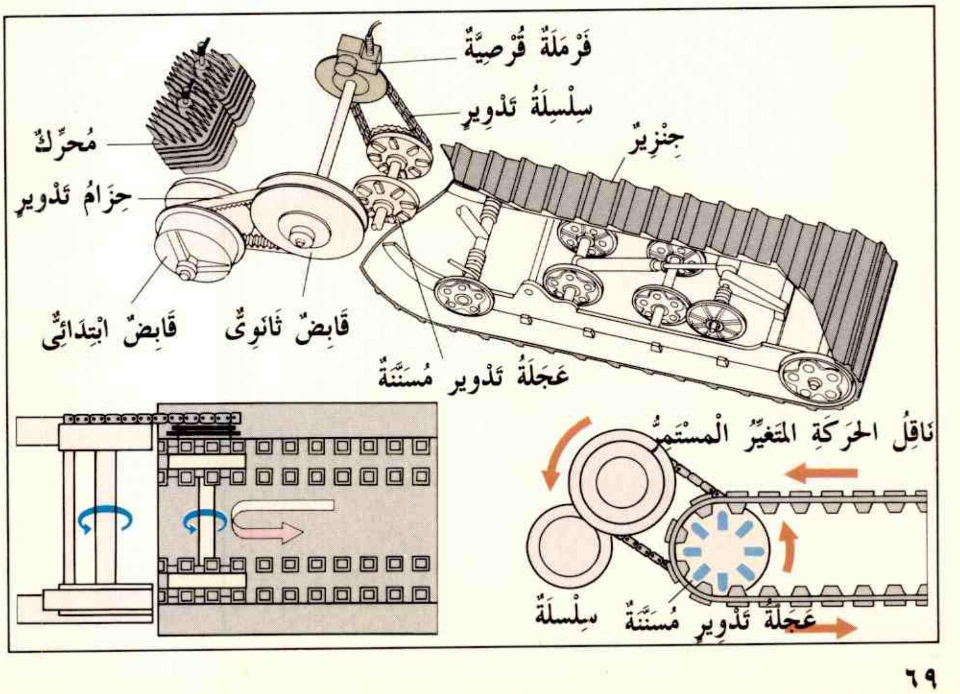
عَرَبَةُ الثَّلْجِ هِىَ مِزْلَجةٌ بِمُحرِّكٍ ، تَسْتَمِدُّ قُدرَتها مِنْ مَحرِّكٍ يُشْبِهُ مُحرِّكَ الْمُوتورسيكل . وَتُوَجِّهُ الْعَرَبَةَ مَقَابِضُ قَضِيبِيَّةٍ تَتَّصِلُ بِزَوْجٍ مِنَ الزَّحَّافَاتِ فِى المَقَدِّمَةِ . ويتحكَّمُ فِى التَّسَارُعِ وَالْفرمَلَةِ خَانِقٌ وذِرَاعُ فَرْمَلَةٍ . وَيَدفَعُ الْعَربَةَ – بَدلًا مِن الْعَجلَةِ الْخلْفِيَّةِ – جنزِيرٌ مَطَّاطِىٌّ (يسار) مُسْتَمِرُّ الاِتِّصَالِ بِالْمُحرِّكِ بِوَاسِطَةِ تُرُوسٍ وَسِلْسِلَةٍ وَسَيْرٍ .

ولعَرَبَاتِ الثَّلْجِ قُدْرَةٌ وَاسِعَةٌ عَلَى المَنَاوَرَةِ . وَإِضَافَةً إِلَى أَنَّ سُرْعَاتِهَا قَدْ تَزِيدُ عَلَى ٨٥ ميلا / ساعة فَإِنَّهَا يُمكِنُهَا صُعُودُ مُنْحدَرَاتٍ يَبْلُغُ ميلها ٦٥°. والسَّيَّارَاتُ الْعَادِيَّةُ مُصَمَّمَةٌ لِصُعُودِ ثُلُثِ هَذَا الاِنْحِدَارِ فَقَطْ . وَتُستَخْدَمُ هَذِهِ العَرَبَاتُ لِتَوْصِيلِ الْبضَائعِ وَأَدَاءِ الْخِدْمَاتِ فِى الْمَنَاطِقِ الْوعْرَةِ حَيْثُ تَقِلُّ الطُّرقُ المُمهَّدَةُ وَالمغطَّاةُ عَادَةً بِالثُّلُوجِ . وَذَلِكَ لِأَنَّهَا تَتَنَقَّلُ فِى مَنَاطِقَ يَتعذَّرُ عَلَى السَّيَّارَاتِ التَّحرُّكُ فِيهَا . وَلَكِنَّ مُعظَمَ النَّاسِ يَسْتَخْدِمُونَ عَرَبَاتِ الثَّلْجِ لِلتَّسْلِيَةِ .



الْقِيَادَةُ عَلى الثَّلْجِ

تَتَحرَّكُ الكَبَّاسَاتُ فِى المحرِّكِ لِتُدِيرَ القَابِضَ الاِبتِدَائِىَّ الَّذِى يُدِيرُ القَابِضَ الثَّانَوِىَّ المتَّصِلَ بِهِ بِوَاسِطَةِ سَيْرٍ وَالمَوْضُوعِ عَلَى عَمُودِ إِدَارَةٍ جَمَاعِىٍّ مُتَوَسِّطٍ . وعلَى الطَّرَفِ الْبَعِيدِ لِهَذَا الْعَمُودِ يُوجَدُ تُرسٌ يُدِيرُ سِلْسِلَةً تُدِيرُ مِحوَرَ الْإِدَارَةِ الَّذِى تُعشَّقُ أَسْنَانُهُ فِى فُتُحَاتِ الجنزِيرِ المُتَوَاصِلِ لِعَرَبَةِ الثَّلْجِ . وَعِنْدَمَا يَدُورُ مِحوَرُ الْإِدَارَةِ ، فَإِنَّهُ يُجبِرُ الجِنْزِيرَ عَلَى الحَرَكَةِ إِلَى الْأَمَامِ . وَتَتوقَّفُ كَمِّيَّةُ الطَّاقَةِ الَّتِى تَنْتَقِلُ مِنَ المحرِّكِ إِلَى الجنزِير عَلَى تَغَيُّرَاتِ السُّرعَةِ وحَالَةِ الثَّلْجِ وَنَوعِ الْأَرْضِ . وَيُحِسُّ نَاقِلُ الحَرَكَةِ المتَغَيِّرُ الْمُسْتَمِرُّ بِهَذِهِ التَغيُّرَاتِ وَيَضْبِطُ الْقُدْرَةَ المُرْسَلَةَ إِلَى الجِنْزِيرِ ، فَيوَفِّرُ رُكُوبًا نَاعِمًا .



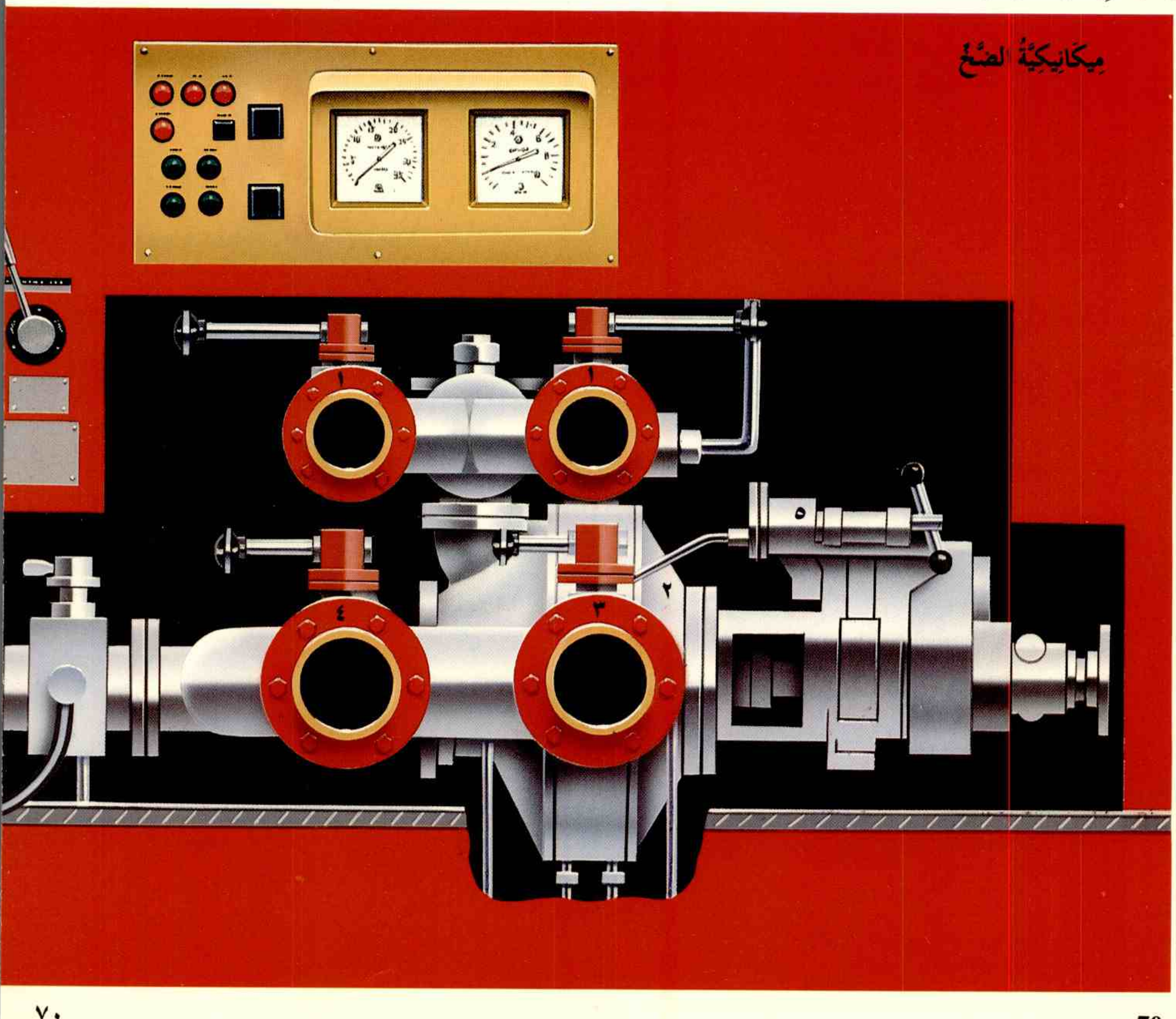
كَيْفَ تَعْمَلُ عَرَبَةُ إِطْفَاءِ الْحَرَائِقِ؟


يُمكِنُ لِعَرَبَةِ الإِطْفَاءِ أَنْ تُطلِقَ سَيْلًا مِن الْمَاءِ لِأَبْعَدَ مِنْ ٣٠٠ قَدَمٍ .

عِنْدَمَا نَسْمَعُ صَفَّارَةَ إِنْذَارٍ ، فَإِنَّنَا نُشَاهِدُ خِلَالَ ثَوَانٍ عَرَبَاتِ إِطْفَاءِ الْحرِيقِ تَتَسابَقُ عَلَى الطَّرِيقِ . وَالْعَرَبَةُ الرَّئِيسِيَّةُ هِى عَرَبَةُ ضَخِّ الْمَاءِ (يسار) وَهِى مُجَهزَّةٌ بِمضَخَّاتٍ تُوَلِّدُ تَيَّارَاتٍ قَوِيَّةً مِن الْمِيَاهِ لِإِطفَاءِ الْحَرِيقِ . وَعِنْدَمَا تَظْهَرُ النِّيرَانُ ، تَسْحَبُ مِضَخَّةُ الْمَاءِ مِنْ مَحْبِسِ الْحرِيقِ أَوْ بِرْكَةٍ أَوْ نَهْرٍ قَرِيبٍ ، ثُمَّ تَقُومَ مِضَخَّةٌ ثَانِيَةٌ بِضَغْطِ الْمِيَاهِ لِتَدْفَعَهَا خِلَالَ خُرْطُومٍ بِمُعَدَّلِ ١٠٠٠ جَالُونٍ أَوْ أَكْثَرَ فِى الدَّقِيقَةِ .

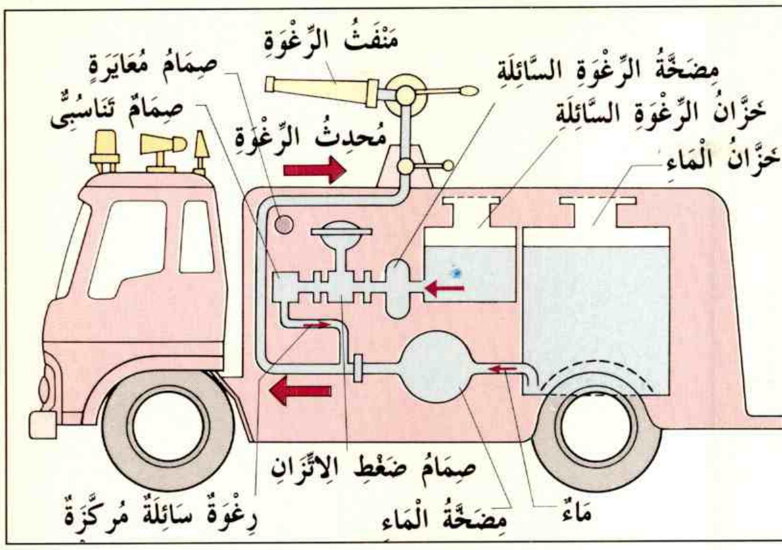
وَرَغْمَ أَنَّ الْمَاءَ يُطْفِئُ مُعظَمَ الْحَرَائِقِ ، إِلَّا أَنَّ الْمَاءَ وَحْدَهُ يَكُونُ غَيْرَ فَعَّالٍ بَلْ وَخطِرًا أَحْيَانًا إِذَا اُسْتُخْدِمَ ضِدَّ حَرَائِقَ أَحْدَثَتْهَا الْكِيمَاوِيَّاتُ أَو الْبِتْرُولُ . وَتَسْتَخْدِمُ الْعَرَبَاتُ نَوْعًا خَاصًّا مِن الرَّغَوِيَّاتِ لِإِطْفَاءِ هَذِهِ الْحَرَائِقِ ، وَهُوَ مَخْلُوطٌ مِن الْمَاءِ وَالْكِيمَاوِيَّاتِ الْمؤَخِّرَةِ لِلاشْتِعَالِ (مقابل علوى) .

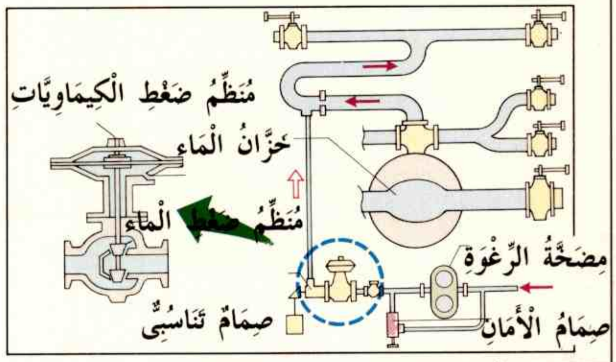
مِيكَانِيكِيَّةُ الضَّخِّ

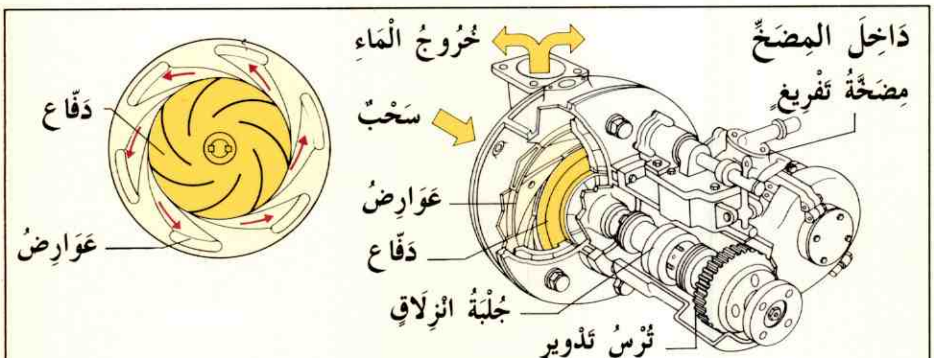


مُقَاوَمَةُ الْحَرائِقِ بِالرَّغَوِيَّاتِ

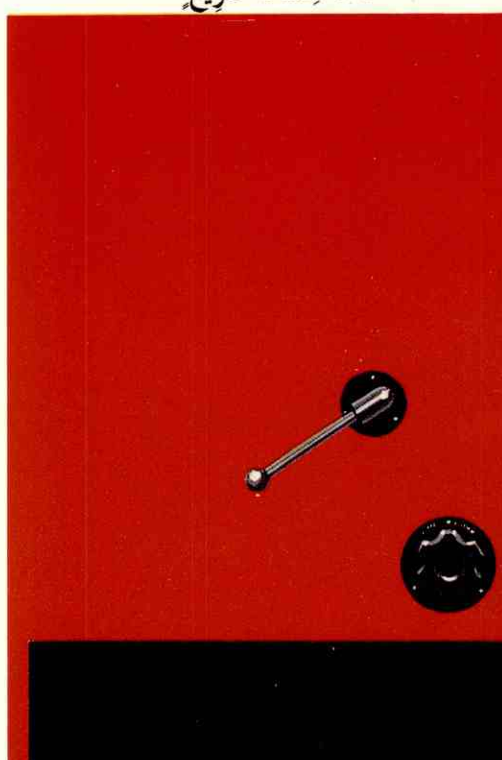
مَخْلُوطُ الْمَاءِ وَالْكِيماوِيَّاتِ الْمُؤَخِّرَةِ لِلاشْتِعالِ يُحدِثُ رِغْوَةً كَثِيفَةً تُسْتَخْدَمُ لِتَهْدِئَةِ الْحَرائِقِ الَّتِي لَا يُمكِنُ مُقاوَمَتُها بِالْماءِ وَحْدَهُ .

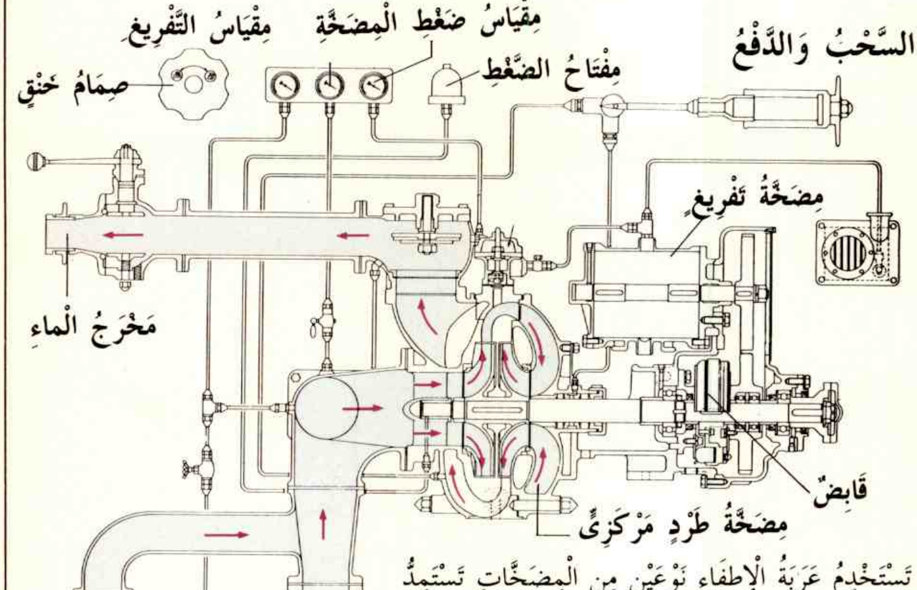






١ . فُتْحَة خُرُوجِ الْمَاءِ
٢ . مِضَخَّةُ طَرْدٍ مَرْكَزِيٍّ
٣ . فُتْحَةُ السَّحْبِ
٤ . فُتْحَةُ سَحْبٍ مُساعِدَةٌ
٥ . مِضَخَّةُ تَفرِيغٍ





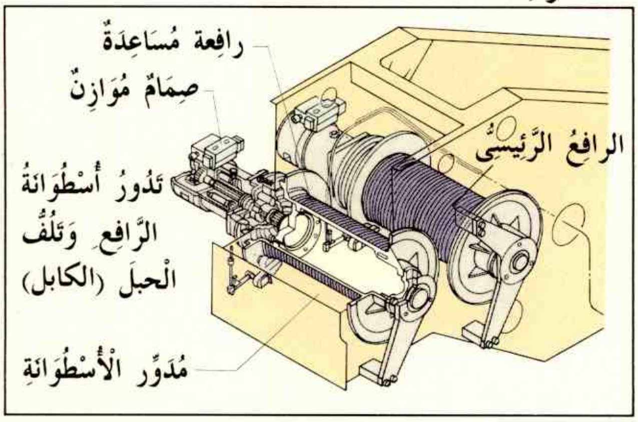
تَسْتَخْدِمُ عَرَبَةُ الْإِطفاءِ نَوْعَيْنِ مِنَ الْمِضَخَّاتِ تَسْتَمِدُّ قُدْرَتَها مِنْ مُحَرِّكِ الْمَرْكَبَةِ . الْأَوَّلُ هُوَ مِضَخَّةُ التَّفْرِيغ أَوِ الْمِضَخَّةُ الابْتِدائِيَّةُ الَّتِي تُحْدِثُ فَرَاغًا لِسَحْبِ الْمَاءِ مِنْ مَحْبِسِ الْحَرِيقِ أَوْ مَصْدَرِ مَاءٍ إِلَى مِضَخَّةِ الطَّرْدِ الْمَرْكَزِيِّ الَّتِي تُدْخِلُ الْمِيَاهَ إِلَى مَجمُوعَةِ عَوَارِضَ دَوَّارَةٍ تُسَمَّى الدَّفَّاعَ . وَهذِهِ تَدْفَعُ الْمَاءَ تَحتَ ضَغْطٍ عَالٍ خِلالَ خُرْطُومِ الْحَرِيقِ .

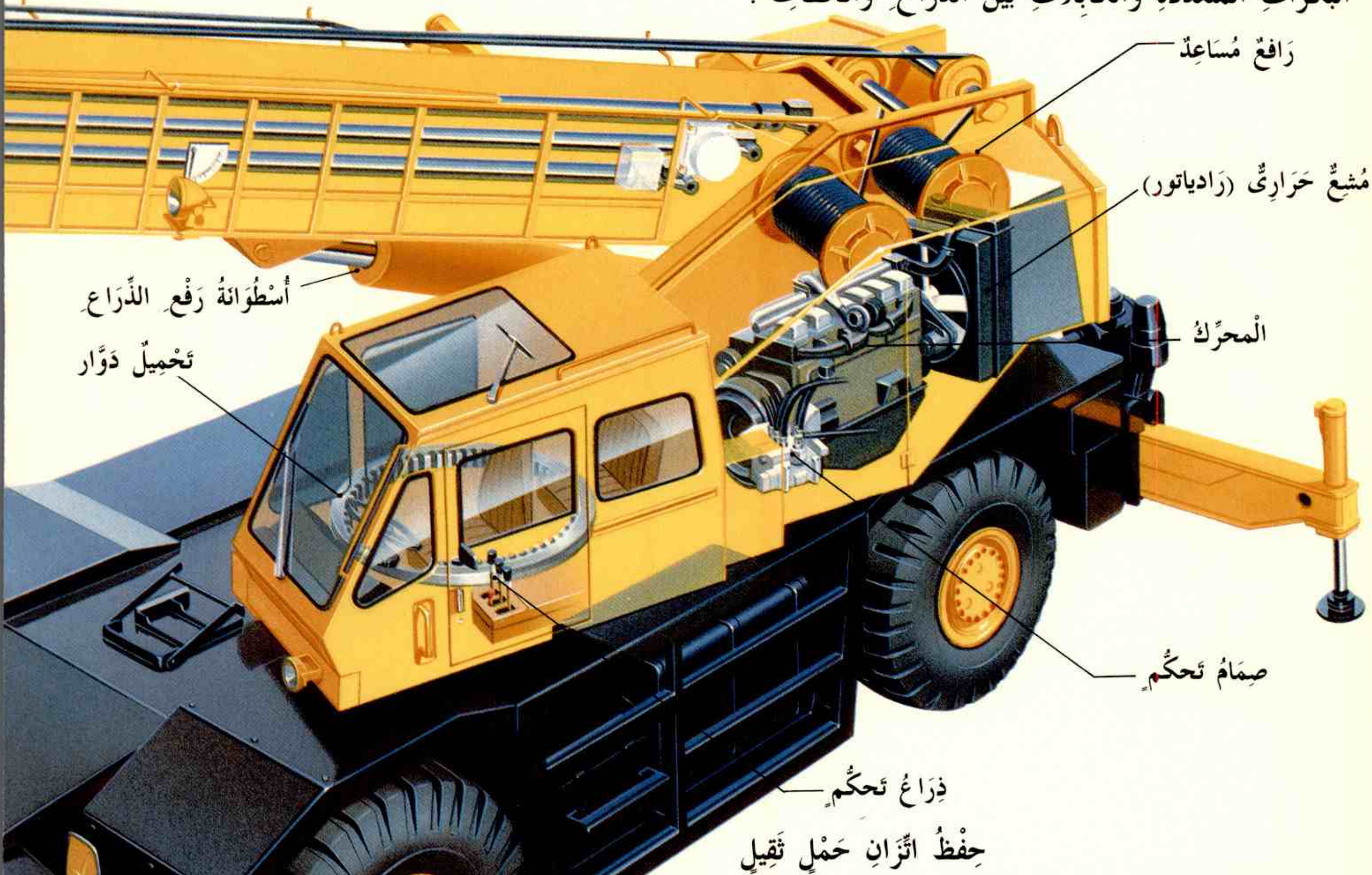
كَيْفَ تَرْفَعُ الْمِرْفَاعَاتُ الْأَحْمَالَ الثَّقِيلَةَ ؟

تُمِدُّ الْمِرْفَاعَاتُ أَذْرُعَهَا الْقَوِيَّةَ نَحوَ كُلِّ مَوْقِعٍ لِلْبِنَاءِ . وَالْمِرْفَاعُ الْمُتحرِّكُ (أسفل) لَهُ ذِرَاعٌ مُتَداخِلَةٌ يَتِمُّ التحكُّمُ فِيها هَيدْرُولِيكيًّا وَيُمْكِنُهَا أَنْ تَمْتَدَّ حَتَّى ١٣٠ قَدَمًا وَتَرْفَعَ ٤٥ طِنًّا مِنْ مَوادِّ الْبِنَاءِ بِسُهُولَةٍ . وَعِنْدَمَا تُضَمُّ الذِّرَاعُ يَصْغُرُ حَجْمُ الْمِرْفَاعِ وَتَسْهُلُ قِيَادَتُهُ مِنْ مَكَانٍ لآخَرَ .

وَيَتحكَّمُ وِنْشٌ (رافِعَة) فِي الْكَابِلِ الَّذِي يَتَّصِلُ بِهِ حَملُ الذِّرَاعِ . وَيرْتفِعُ الْحملُ عِنْدَمَا يَلُفُّ الْوِنْشُ كَابِلَهُ . وَيقِلُّ الْجُهدُ الَّذِي يَبْذُلُهُ الْوِنْشُ لِرَفْعِ الْحِمْلِ بِفَضْلِ نِظَامٍ مِنَ الْبَكَرَاتِ الْمتعدِّدَةِ وَالْكَابِلَاتِ بَيْنَ الذِّرَاعِ وَالْخُطَّافِ .

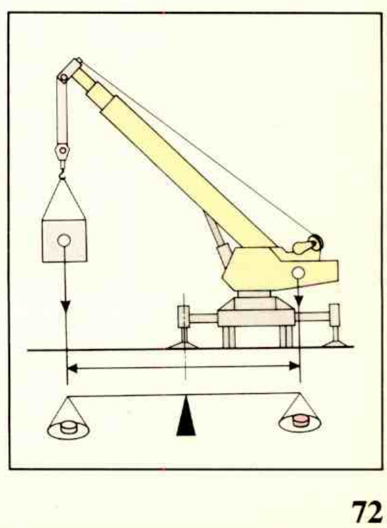
الرافِعة





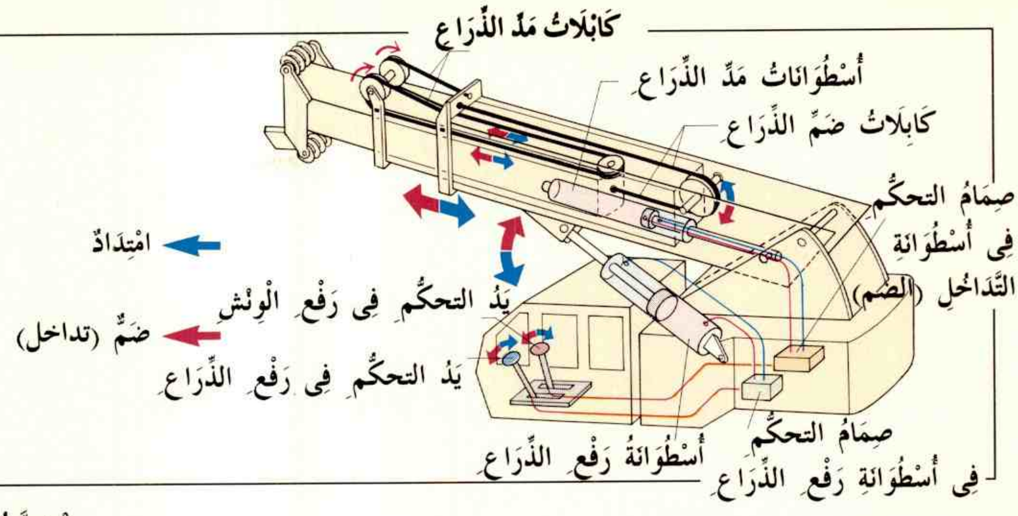
حِفظُ اتِّزَانِ حَمْلٍ ثَقِيلٍ

تَعْتَمِدُ الْمِرْفَاعَاتُ عَلَى مُتَوازِنَاتٍ عِنْدَ رَفْعِ الْأَحْمَالِ الثَّقِيلَةِ ، حَتَّى لَاتَنْقَلِبَ . وَيَعْمَلُ كُلُّ مُتَوازِنٍ مِثْلَ مِحْورِ ارْتِكَازِ الْمِيزَانِ (يمين) فَيُحافِظُ عَلَى اتِّزَانِ الحملِ الْمرْفوعِ مَعَ وَزْنِ الْمِرْفَاعِ . وَتُصنَعُ أَرْجُلُ الْمتَوازِنِ (محور الارتكاز) مِنَ الصُّلْبِ وَالْأَلُومُونْيُوم أو النَّايْلُون ، ويُمكِنُ تَعْلِيَتُهَا أَوْ خَفْضُهَا بِمُفْرَدِهَا لِيُحَافِظَ عَلَى مُسْتَوَى الْمِرْفَاعِ .



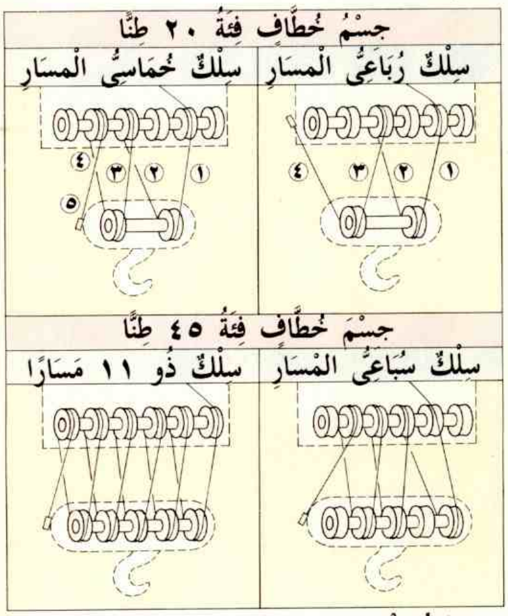
خفض الذِّراع

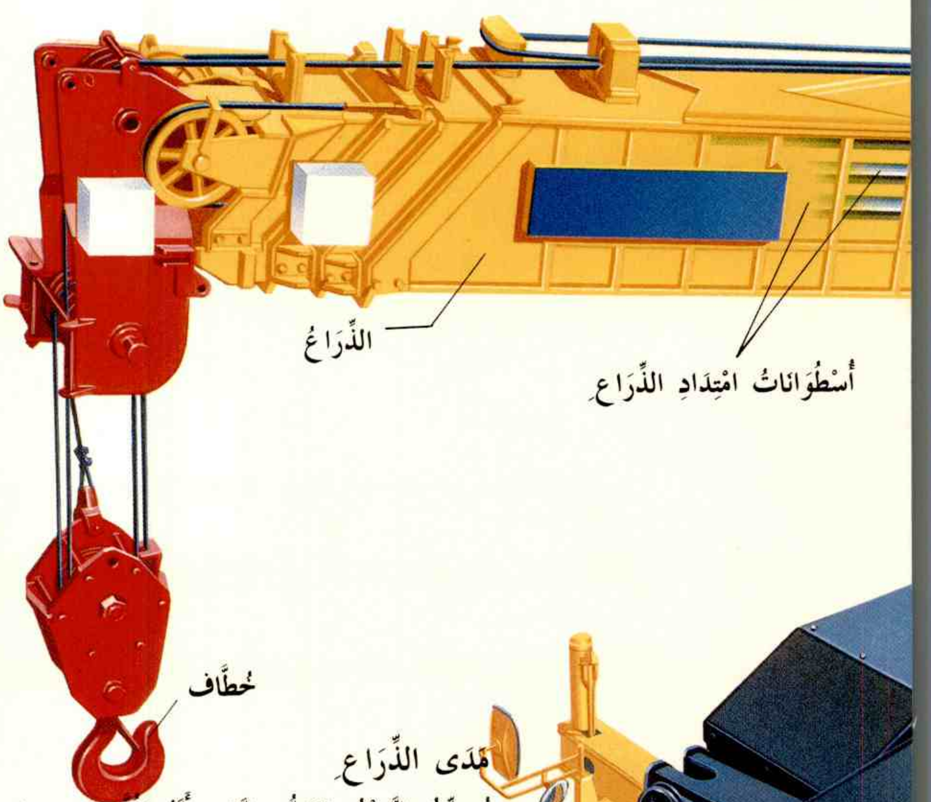
يَتحكَّمُ فِي حَرَكَةِ ذِراعِ الْمِرْفَاعِ زَوْجٌ مِن الْأُسْطُوَانَاتِ الْهِيدْرُولِيكِيَّةِ . تَدْفَعُ أُسْطُوَانَةٌ مِنْهُمَا الذِّرَاعَ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَل ، بَيْنَمَا تَمُدُّ الْأُخْرَى الذِّرَاعَ وَتَضُمُّها .



الْخُطَّاف وَالْكَابِل وَالبَكَرَة

يَقِلُّ الْمَجهُودُ اللَّازِمُ لِرَفْعِ الْأَجْسَامِ ، بِزِيَادَةِ عَدَدِ الْكَابِلَاتِ وَالْبَكَرَاتِ .

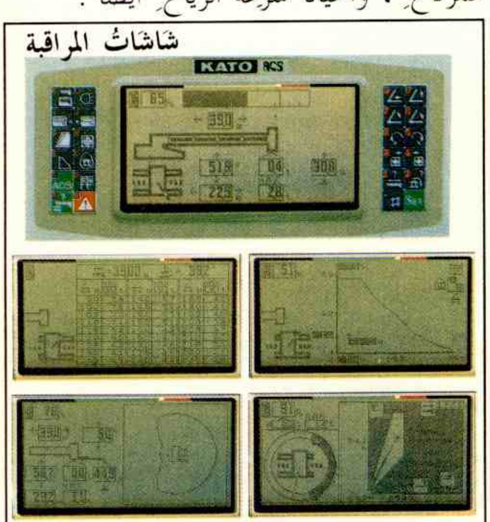






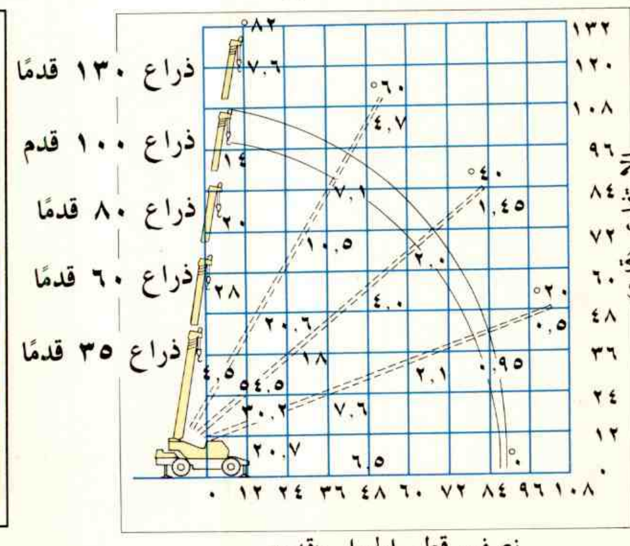
مُرَاقَبَةُ الْمِرْفَاع

بِالْمِرْفَاعِ حَاسِبَاتٌ آلِيَّةٌ تُرَاقِبُهُ ، وَتُصَوِّرُ الْحِمْلَ ، وَزَاوِيَةَ الذِّرَاعِ ، وَطُولَ الذِّرَاعِ وَزَاوِيَةَ مَيْلِ الْمِرْفَاعِ ، وَأَحْيَانًا سُرْعَةَ الرِّيَاحِ أَيْضًا .



مَدَى الذِّرَاع

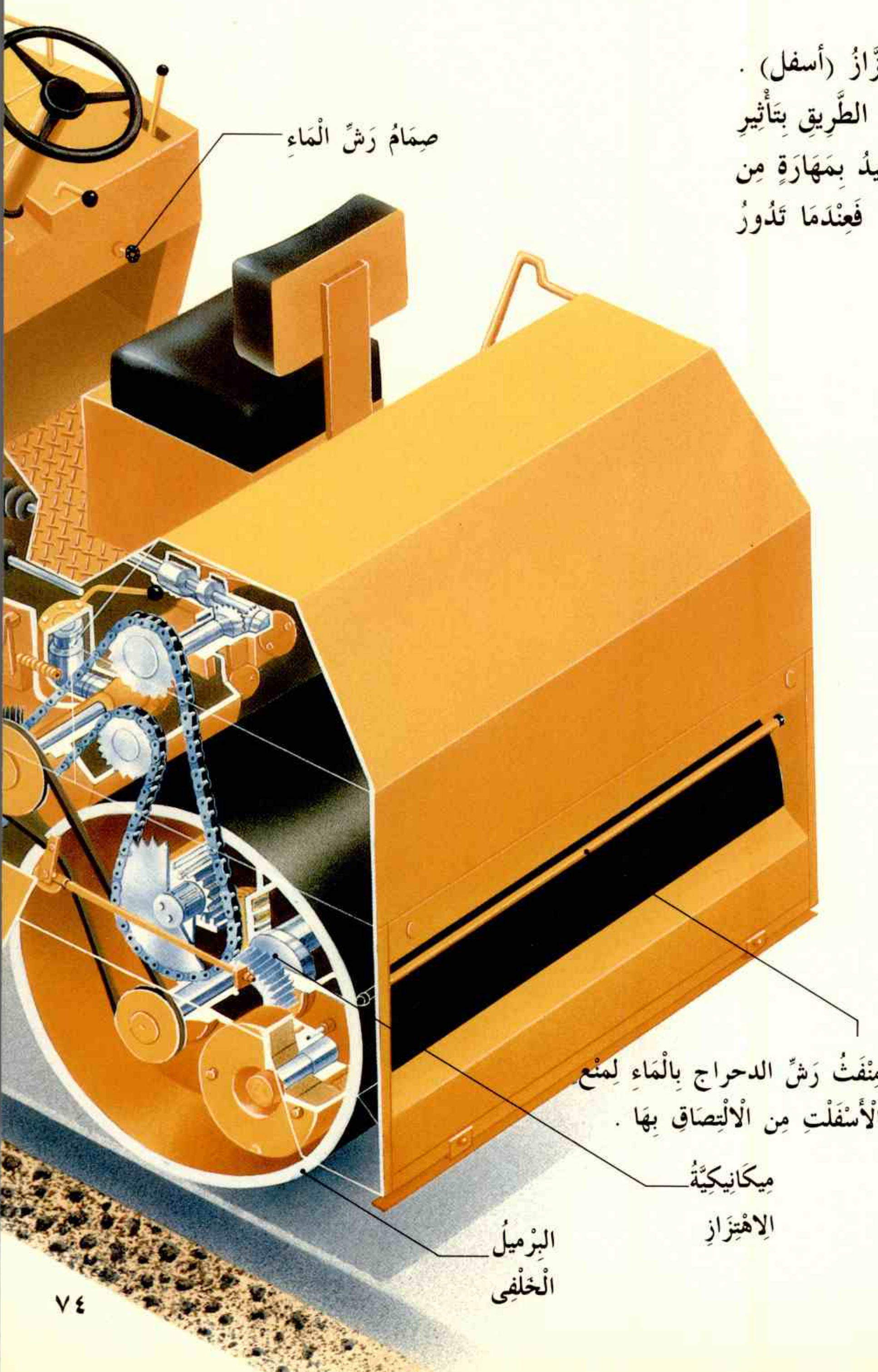
يُوضِّحُ الرَّسْمُ الْبَيَانِيُّ التَّالِي أَنَّهُ كُلَّمَا زَادَ امْتِدَادُ الذِّرَاعِ أُفُقِيًّا ، كُلَّمَا قَلَّ وَزْنُ الْحِمْلِ الَّذِي يُمْكِنُ رَفْعُهُ دُونَ أَنْ يَنْقَلِبَ الْمِرْفَاعُ .



مَاذَا يَفْعَلُ دِحْرَاجُ التَّسْوِيَةِ (وَابورُ الزَّلط) ؟

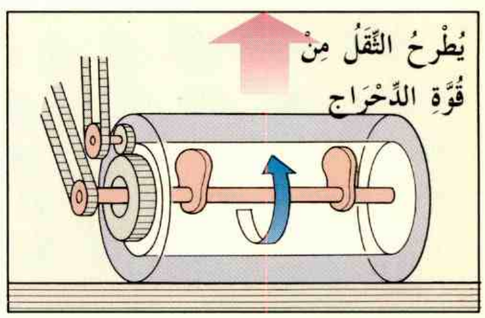
دِحْرَاجُ التَّسْوِيَةِ هُوَ مَرْكَبَةٌ عَالِيَةُ التَّخصُّصِ تُسْتَخْدَمُ أَسَاسًا لِرَصْفِ الطُّرُقِ . وَتَتحرَّكُ المَرْكَبَةُ عَلَى بَرْمِيلَين مِنَ الصُّلْبِ ، بدلًا مِن الْعَجَلاتِ أَو الجنازير . وَيُوَلِّدُ هذان البَرْميلانِ ضَغْطًا ثَقِيلًا عَلَى الْأَرْضِ ، فَتَتَدَاخَلُ التُّرْبَةُ عَلَى شَكْلِ سَطْحٍ مُسْتَوٍ نَاعِمٍ . وَيُسْتَخْدَمُ الدِّحْرَاجُ فِي المَرَاحِلِ الثَّلاثِ لِتَشْيِيدِ الطُّرُقِ : فَفِي الْبِدَايَةِ يَدُكُّ طَبَقَةً مِن الصُّخُورِ المجروشَةِ ، ثُمَّ طَبَقَةً مِنْ حَصًى أَنْعَم ، ثُمَّ يَدُكُّ فِي النِّهَايَةِ الطَّبَقَةَ الْعُلْوِيَّةَ وَهِيَ مَخْلُوطٌ مِن الْأَسْفَلْتِ وَالْحِجَارَةِ وَالرَّمْلِ .

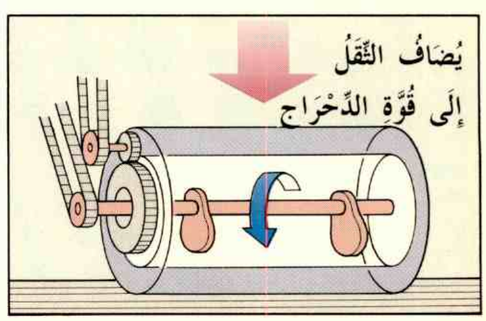
وَهُنَاكَ نَوْعٌ آخرُ حَدِيثٌ هُوَ الدِّحْرَاجُ الْهَزَّازُ (أسفل) . وَالْأَسَاسُ أَنْ يَقُومَ الدِّحْرَاجُ بِتَسْوِيَةِ طَبَقَاتِ الطَّرِيقِ بِتَأْثِيرِ وَزْنِهِ الْكَبِيرِ . وَلَكِنَّ الدِّحْرَاجَ الْهَزَّازَ يَسْتَفِيدُ بِمَهَارَةٍ مِن الْأَثْقَالِ الْمُتَّصِلَةِ بِالمحاوِرِ دَاخِلَ البَرَامِيلِ . فَعِنْدَمَا تَدُورُ البَرَامِيلُ بِبُطْءٍ ، فَإِنَّ الزَّيْتَ الْمَضْغُوطَ هَيْدْرُولِيكِيًّا مِنْ مَضَخَّةٍ مُرَكَّبَةٍ عَلَى الْمحرِّكِ يَجْعَلُ مِحْوَرَى الْبَرْمِيلَيْنِ يَدُورَانِ بِسُرْعَةٍ ، فَتَدُورُ الْأَثْقَالُ الْمُتَّصِلَةُ بِهَا حَوالى ٤٠٠٠ مَرَّةٍ فِي الدَّقِيقَةِ جَاعِلَةً مُعْظَمَ الْوَزْنِ مُرَكَّزًا عَلَى أَحَدِ جَانِبَي الْمحْورِ ، وَهَذَا يُسَبِّبُ اهْتِزَازَ البَرْمِيلين وَهَذِهِ الاهْتِزَازَاتُ تُسَاعِدُ عَلَى تَكْثِيفِ تَجَمُّعِ طَبَقَاتِ الصُّخُورِ وَالْحَصَى وَالْأَسْفَلْتِ أَكْثَر مِمَّا تَفْعَلُ الدِّحْرَاجَاتُ التَّقْلِيدِيَّةُ الْقَدِيمَةُ .



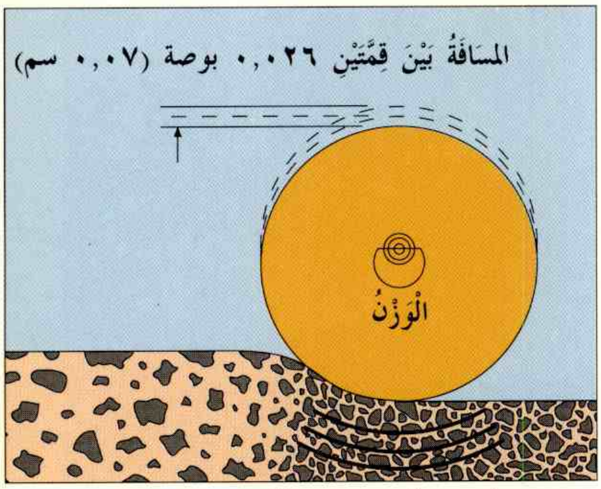
اهْتِزَازَاتٌ جَيِّدَةٌ

عِنْدَمَا تَتَذَبْذَبُ الْأَثْقَالُ الدَّائِرَةُ إِلَى أَعْلَى ، فَإِنَّهَا تُطرَحُ مِنْ قُوَّةِ الضَّغْطِ عَلَى الْأَرْضِ . وَعِنْدَمَا تَتَذَبْذَبُ إِلَى أَسْفَلَ فَإِنَّهَا تُضَافُ إِلَى قُوَّةِ الضَّغْطِ عَلَى الْأَرْضِ . وَهَذَا التَّغَيُّرُ السَّرِيعُ فِي الْقُوَّةِ الْمؤَثِّرَةِ عَلَى الْأَرْضِ يُسَبِّبُ اهْتِزَازًا .





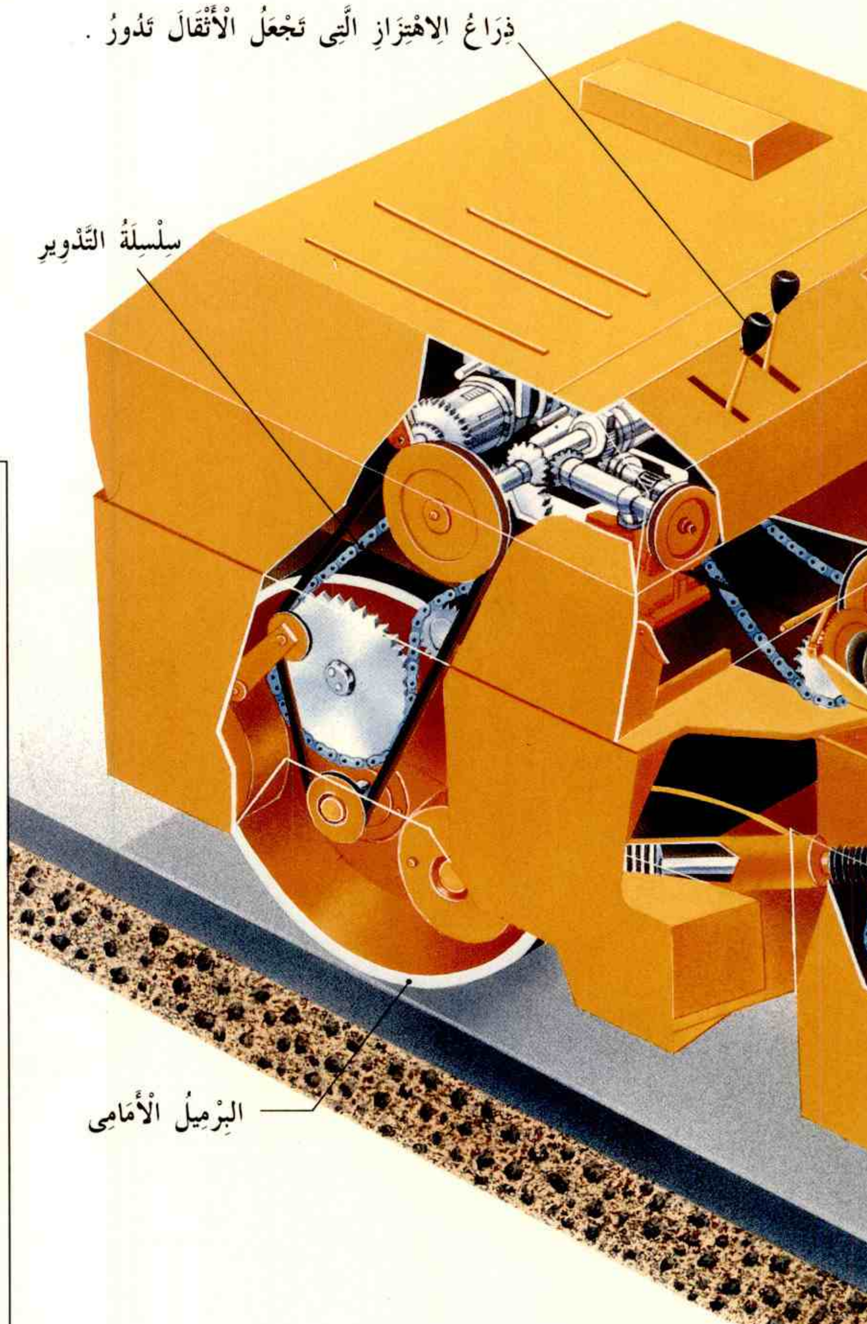
اهْتِزَازُ الْوُصْلاَتِ





الدِّحْرَاجُ الْهَزَّازُ يَجْعَلُ سَطْحَ الطَّرِيقِ الْجَدِيدِ أَكْثَرَ تَمَاسُكًا

يَدُورُ الثِّقْلُ المُتَّصِلُ بِمِحْوَرِ كُلِّ برميل بِسُرْعَةٍ ثَابِتَةٍ هِى ٤٠٠٠ ذَبْذَبَةٍ فِى الدَّقِيقَةِ ، وَأَثْنَاءَ دَوَرَانِهِ يَرْفَعُ البَرْمِيلَ وَيَخْفِضُهُ ، وَيَنْتُجُ عَنْهُ قُوَّةٌ طَارِدَةٌ مَرْكَزِيَّةٌ قَدْرُهَا ٧٥٠٠ رِطْلٍ تُؤَثِّرُ إِلَى أَسْفَلَ عَلَى سَطْحِ الطَّرِيقِ . وَيُحْدِثُ البَرْمِيلُ الأَمَامِىُّ التَّصَادُمَ الِابْتِدَائِىَّ وَيَتْبَعُهَا البرميلُ الْخَلْفِىُّ فِى مَسَارِهَا لِتُزِيدَ تَمَاسُكَ السَّطْحِ .



أَنْوَاعٌ مِنْ دِحْرَاجَاتِ التَّسْوِيَةِ



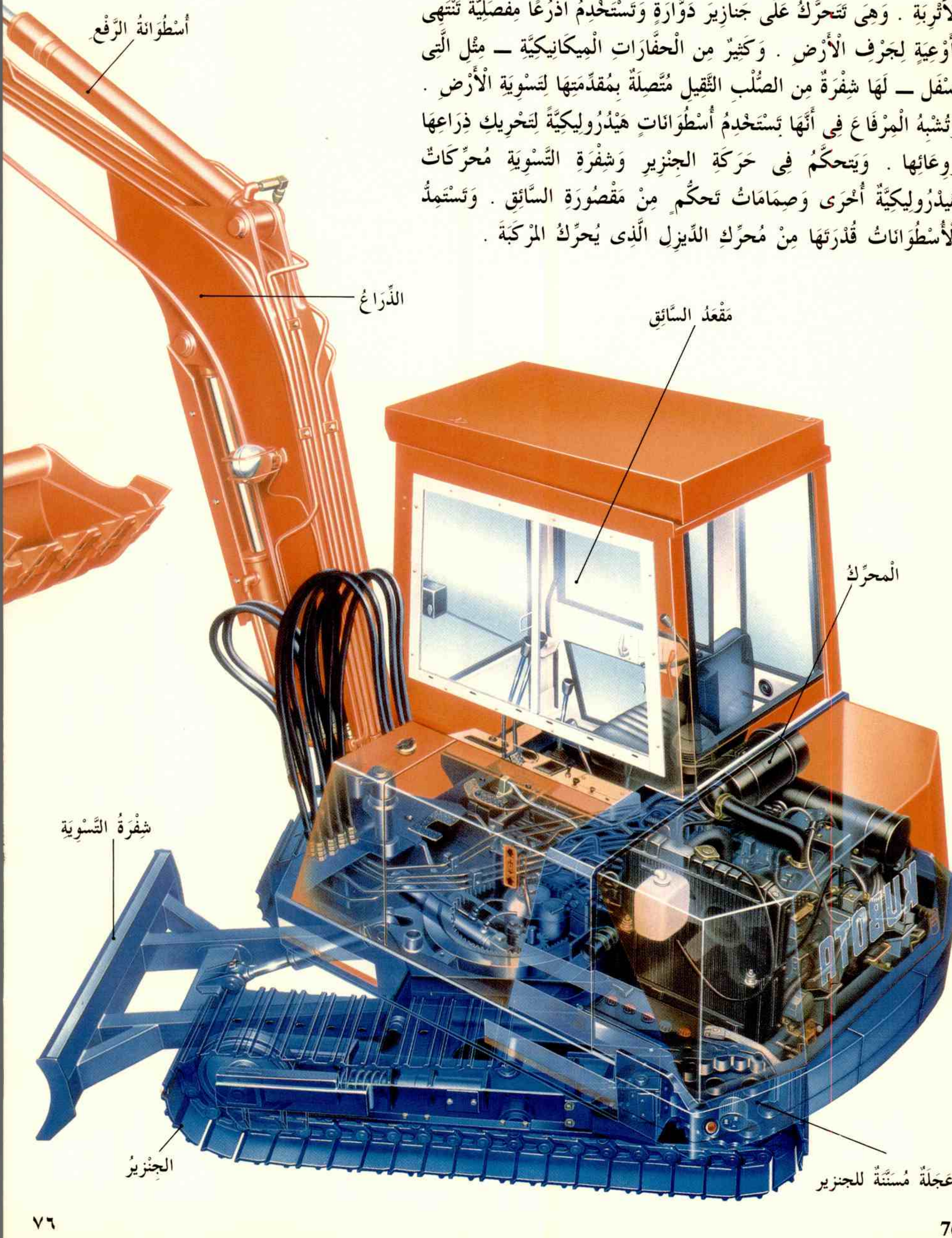
دِحْرَاجُ تَسْوِيَةِ الطُّرُقِ غيرُ هَزَّازٍ وَيَسْتَخْدِمُ وَزْنَهُ الكَبِيرَ لِتَسْوِيَةِ السُّطُوحِ .



الدِّحْرَاجُ الْمَطَّاطِىُّ هُوَ دِحْرَاجٌ خَاصٌّ يَسْتَخْدِمُ صُفُوفًا مِنْ قِطَعِ الْمَطَّاطِ الصَّلْدَةِ عَلَى الْأُسْطُوَانَةِ .

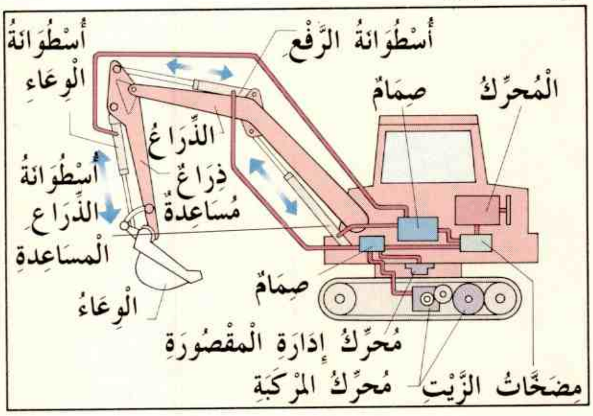
مَا هِىَ الْحَفَّارَةُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ (الْمِجْرَفَةُ الآلِيَّةُ) ؟

الْحَفَّارَةُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ هِىَ مَرْكَبَةٌ صُمِّمَتْ لِلْحَفْرِ وَالرَّفْعِ وَالتَّخَلُّصِ مِنَ الْأَتْرِبَةِ . وَهِىَ تَتَحَرَّكُ عَلَى جَنَازِيرَ دَوَّارَةٍ وَتَسْتَخْدِمُ أَذْرُعًا مِفْصَلِيَّةً تَنْتَهِى بِأَوْعِيَةٍ لِجَرْفِ الْأَرْضِ . وَكَثِيرٌ مِنَ الْحَفَّارَاتِ الْمِيكَانِيكِيَّةِ ــ مِثْلِ الَّتِى أَسْفَلَ ــ لَهَا شِفْرَةٌ مِنَ الصُّلْبِ الثَّقِيلِ مُتَّصِلَةٌ بِمُقَدِّمَتِهَا لِتَسْوِيَةِ الْأَرْضِ . وَتُشْبِهُ الْمِرْفَاعَ فِى أَنَّهَا تَسْتَخْدِمُ أُسْطُوَانَاتٍ هَيْدُرُولِيكِيَّةً لِتَحْرِيكِ ذِرَاعِهَا وَوِعَائِهَا . وَيَتَحَكَّمُ فِى حَرَكَةِ الْجَنْزِيرِ وَشِفْرَةِ التَّسْوِيَةِ مُحَرِّكَاتٌ هَيْدُرُولِيكِيَّةٌ أُخْرَى وَصِمَامَاتُ تَحَكُّمٍ مِنْ مَقْصُورَةِ السَّائِقِ . وَتَسْتَمِدُّ الْأُسْطُوَانَاتُ قُدْرَتَهَا مِنْ مُحَرِّكِ الدِّيزِلِ الَّذِى يُحَرِّكُ الْمَرْكَبَةَ .



كَيْفَ تَعْمَلُ الْحَفَّارَةُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ ؟

عِنْدَ تَشْغِيلِ الْمُحَرِّكِ ، فَإِنَّهُ يُنَشِّطُ الْمِضَخَّاتِ الَّتِى تَدْفَعُ الزَّيْتَ فِى الْأُسْطُوَانَاتِ الْهِيدْرُولِيكِيَّةِ فَتَمْتَدُّ ذِرَاعُ الْحَفَّارَةِ . وَيَتَحَكَّمُ السَّائِقُ فِى حَرَكَةِ الشَّفْرَةِ وَالْوِعَاءِ بِوَاسِطَةِ مَقَابِضَ فِى الْمَقْصُورَةِ .

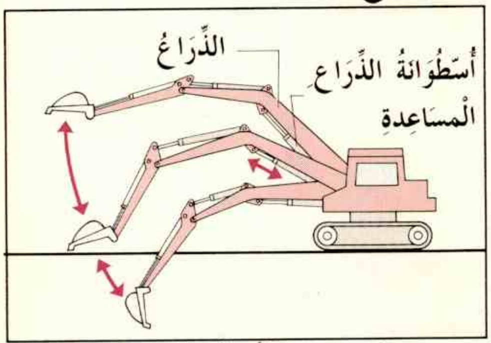




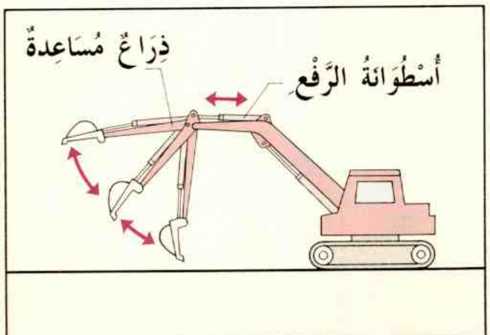


فِى الْمَحَاجِرِ ، تُحَرِّكُ الْحَفَّارَةُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ الصُّخُورَ وَالْكُتَلَ بِسُهُولَةٍ .

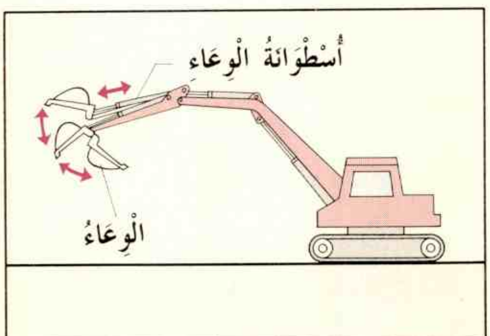
ثَنْىُ الذِّرَاعِ



عِنْدَمَا يَمْتَدُّ كَبَّاسُ الْأُسْطُوَانَةِ تَرْتَفِعُ الذِّرَاعُ ، وَعِنْدَمَا يُسْحَبُ تَنْخَفِضُ الذِّرَاعُ .



يَتَحَكَّمُ كَبَّاسُ أُسْطُوَانَةِ الذِّرَاعِ الْمُسَاعِدَةِ فِى حَرَكَةِ الذِّرَاعِ الْمُسَاعِدَةِ .



يَتَحَرَّكُ الْوِعَاءُ إِلَى الدَّاخِلِ أَوِ الْخَارِجِ عِنْدَمَا يَمْتَدُّ كَبَّاسُ أُسْطُوَانَتِهِ أَوْ يُسْحَبُ .

أَنْوَاعٌ أُخْرَى مِنَ الْحَفَّارَاتِ الْمِيكَانِيكِيَّةِ



يَسْتَخْدِمُ الْمُحَمِّلُ (اللودر) وِعَاءً كَبِيرًا يُمْكِنُ إِمَالَتُهُ بِأَىِّ زَاوِيَةٍ لِلتَّحْمِيلِ وَالتَّفْرِيغِ .

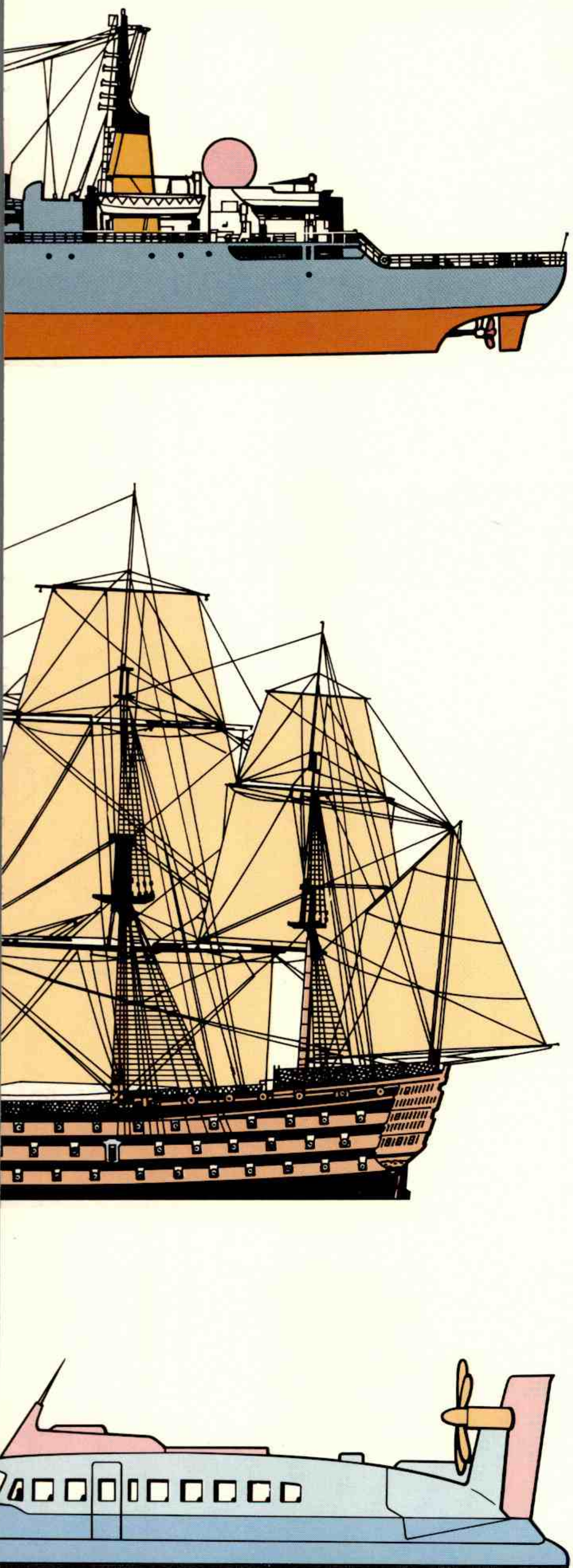


المقلبة (البولدوزر) تَكْشِطُ وَتُسَوِّى مَوَاقِعَ الرَّصْفِ بِشَفْرَتِهَا الْأَمَامِيَّةِ .



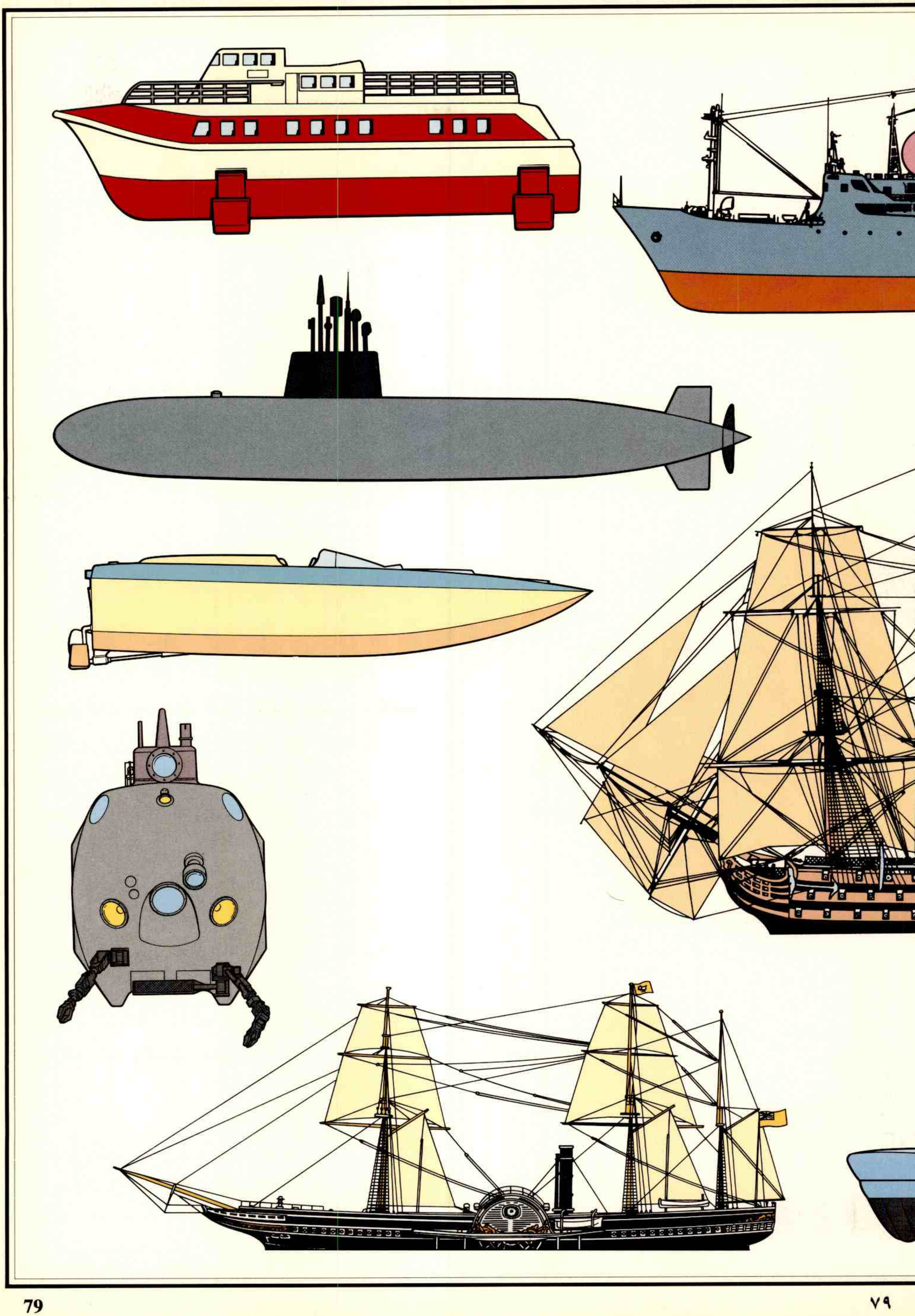
جَرَّافُ الْأَرْضِ يَجْرِفُ الْأَتْرِبَةَ بِشَفْرَةٍ مُرَكَّبَةٍ تَحتَ مَقْطُورَةٍ ثُمَّ يُفْرِغُ حِمْلَهُ بَعِيدًا .

4 مِنَ الشِّرَاعِ إِلَى الأَعْمَاقِ



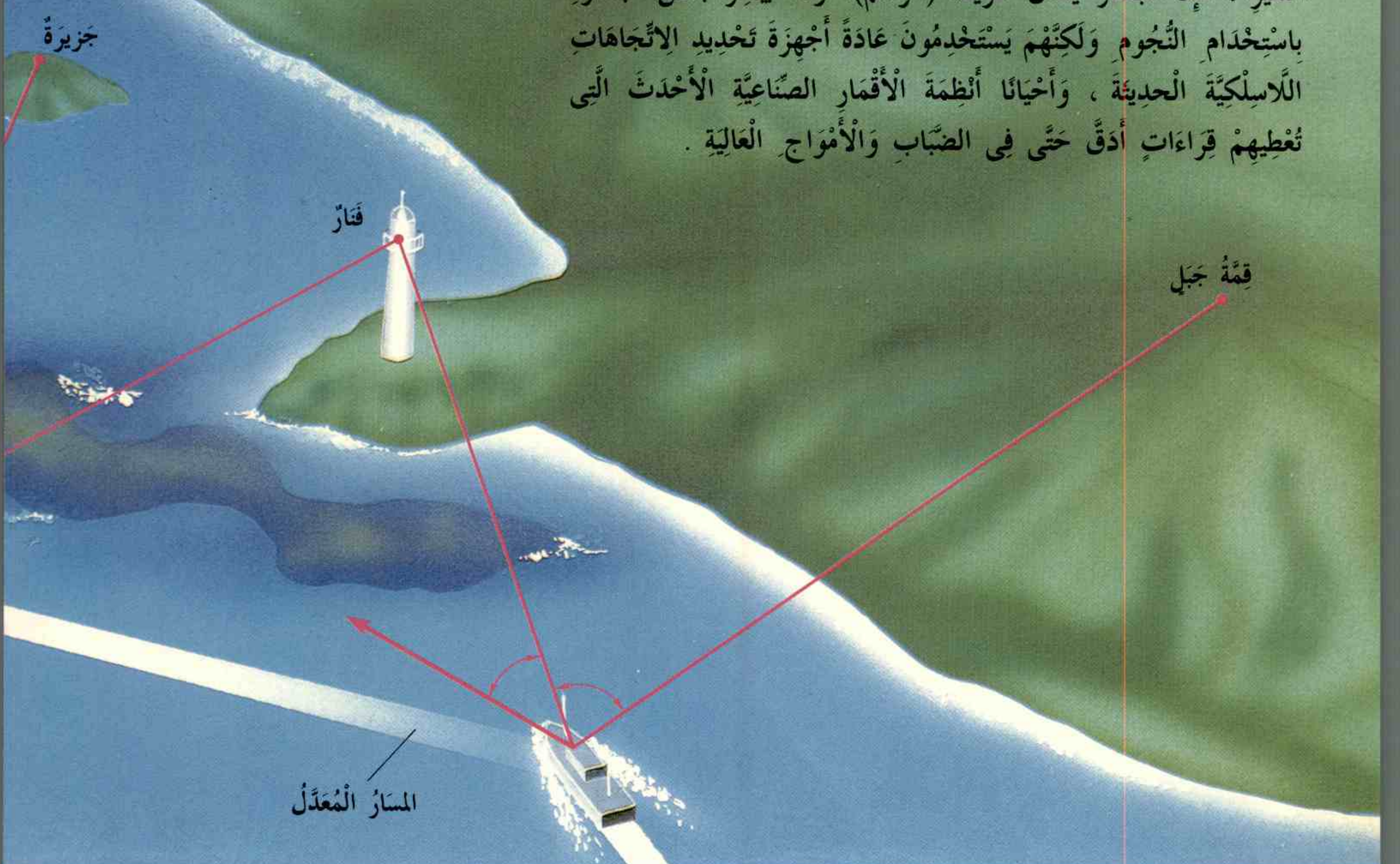
رُبَّمَا يَكُونُ الْإِنْسَانُ قَدْ تَجوَّلَ قَدِيمًا فِى الْبَحْرِ مُحَدِّدًا رِحْلَاتِهِ إِلَى الشَّوَاطِئِ الْقَرِيبَةِ . وَلَكِنْ مَعَ مُرُورِ الْوَقْتِ ، وَتَقَدُّمِ الْعُلُومِ ، وَازْدِيَادِ الْمعْرِفَةِ عَنِ الرِّيَاحِ وَالتَّيَّارَاتِ الْمَائِيَّةِ وَالْعَوَاصِفِ ، بَدَأَ الْبَحَّارَةُ رِحْلَاتِهِم الطَّمُوحَةَ عَبْرَ الْمُحِيطَاتِ مُهْتَدِينَ بِالنُّجُومِ . وحَدَثَ تَطَوُّرٌ مُذْهِلٌ فِى الْمِلَاحَةِ حَوْلَ الْعَالَمِ خِلَالَ الْقَرْنَيْنِ الْمِيلَادِيَّيْنِ ١٥ ، ١٦ ، عِنْدمَا مَدَّ الْمُسْتَكْشِفُونَ وَالتُّجَّارُ الْأُورُوبِّيُونَ رِحْلَاتِهِم حَوْلَ الْعَالَمِ ، وَبِمُسَاعَدَةِ بَعْضِ الْأَدَوَاتِ مِثْلَ الْأَسْطُرْلَابِ وَالْبُوصَلَةِ . وَقد سَاهَمَ هَؤُلَاءِ الرَّحَّالَةُ فِى ظُهُورِ الْعَصْرِ الذَّهَبِىِّ لِلسُّفُنِ الشِّرَاعِيَّةِ ، الَّذِى سَعَتْ فِيهِ الدُّوَلُ الْبَاحِثَةُ عَنِ الثَّرْوَةِ وَالْقُوَّةِ إِلَى السَّيْطَرَةِ عَلَى الْبِحَارِ . وَتَمَّ اسْتِبْدَالُ الْأَشْرِعَةِ بِالْمُحَرِّكَاتِ مَعَ نِهَايَةِ الْقَرْنِ التَّاسِعَ عَشَرَ . وَكَانَتْ أَوَّلُ سَفِينَةٍ تِجَارِيَّةٍ نَاجِحَةٍ بِمُحَرِّكٍ هِىَ كِلِير مُونْت الْبُخَارِيَّةَ الَّتِى رَحَلَتْ مِنْ نُيُويُورَك عَامَ ١٨٠٧ إِلَى أَعَالِى نَهْرِ هِدْسُون . وَبِمُضِىِّ الْوَقْتِ اُسْتُبْدِلَ الْبُخَارُ بِالزَّيْتِ . وَتَكْتَسِبُ بَعْضُ السُّفُنِ الْحَرْبِيَّةِ الْآنَ قُدْرَتَهَا بِوَاسِطَةِ الِانْشِطَارِ النَّوَوِىِّ ، وَهِىَ نَفْسُ نَوْعِ الطَّاقَةِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِى بَعْضِ مَحطَّاتِ الْقُوَى الْكَهْرَبِيَّةِ . وَتَحوَّلَ الْبَحَّارَةُ الْمعَاصِرُونَ إِلَى رِجَالِ تَقْنِيَةٍ مُتَقَدِّمِينَ يَعْتَمِدُونَ عَلى الرَّادْيُو وَالرَّادَارِ وَالسُّونَار وَاللِّيزَر لِيَقُودُوا بِأَمَانٍ كُلَّ سَفِينَةٍ مِنْ زَوَارِقِ السَّحْبِ إِلَى نَاقِلَاتِ الْبِتْرُولِ الْعِمْلَاقَةِ . وَيَطْمَحُ الْعُلَمَاءُ إِلَى التَّوَصُّلِ لِسُفُنٍ تَتحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ وَكَفَاءَةٍ أَعْظَمَ .

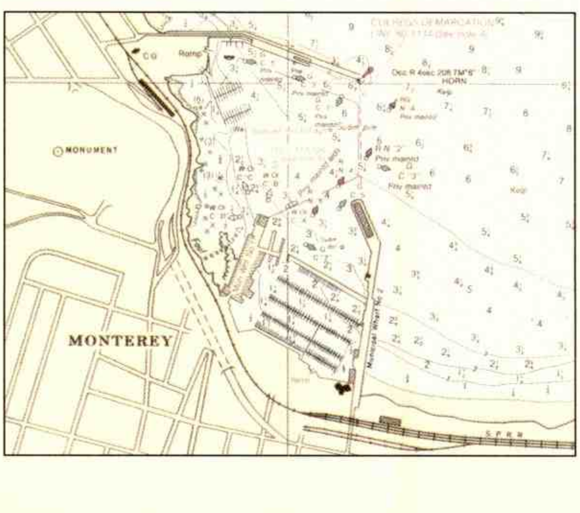
خَاضَتِ الْبِحَارَ أَنْوَاعٌ مُتعَدِّدَةٌ مِنَ الْمَرْكَبَاتِ مِنْهَا (ضِدَّ عَقْرَبِ السَّاعَةِ مِنَ الطَّرَفِ الْبَعِيدِ) : الحوَّامَةُ ، القَلْبَر ، الطَّرَّادَةُ الْحَرْبِيَّةُ ، السُّفُنُ الْمائِيَّةُ الرَّافِعَةُ (الطيران المائى) الْغَوَّاصَاتُ ، الْقَوَارِبُ الْبخَارِيَّةُ ، غَوَّاصَاتُ الْأَعْمَاقِ السحِيقَةِ ، السُّفُنُ الْبُخَارِيَّةُ .



كَيْفَ تَسْتَطِيعُ السُّفُنُ المِلَاحَةَ؟

يَعْتَمِدُ الْبَحَّارَةُ عَلَى عَدَدٍ مِن الْأَدَوَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ لِتَحْدِيدِ مَوْقِعِ السَّفِينَةِ فِى عُرْضِ الْبَحْرِ، مِنْهَا الْبُوصَلَاتُ الدَّوَّارَةُ الْجِيرُوسْكُوبِيَّةُ، وَعَدَّادَاتُ السُّرْعَةِ، وَالْخَرَائِطُ، ومُصَوِّتَاتُ الْأَعْمَاقِ. وَالْبَحَّارُ الْقَرِيبُ مِن الشَّاطِئِ يُحَدِّدُ طَرِيقَهُ بِاسْتِخْدَامِ خَرَائِطَ مِلَاحِيَّةٍ تَفْصِيلِيَّةٍ. ثُمَّ يُرَاقِبُ أَعْمَاقَ قَاعِ الْبَحْرِ، وَالحَرَكَةَ الْأَمَامِيَّةَ وَاتِّجَاهَ الْبُوصَلَةِ، وَيُضِيفُ إِلَيْهَا تَأْثِيرَاتِ الْمَدِّ وَالْجَزْرِ وَالتَّيَّارَاتِ الْبَحْرِيَّةِ، ثُمَّ يَمْسَحُ الشَّاطِئَ بَحْثًا عَن مَلَامِحَ مُمَيِّزَةٍ يَأْخُذُ مِنْهَا زَوَايَا اتِّجَاهَاتِهِ. وَطِبْقًا لِهَذِهِ الْبَيَانَاتِ دَائِمَةِ التَّغَيُّرِ، فَإِنَّ الْبَحَّارَ يُعَدِّلُ طَرِيقَهُ (الرسم). وَقَدْ يُبْحِرُ بَعْضُ الْبَحَّارَةِ بِاسْتِخْدَامِ النُّجُومِ وَلَكِنَّهُمْ يَسْتَخْدِمُونَ عَادَةً أَجْهِزَةَ تَحْدِيدِ الِاتِّجَاهَاتِ اللَّاسِلْكِيَّةَ الْحَدِيثَةَ، وَأَحْيَانًا أَنْظِمَةَ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ الْأَحْدَثَ الَّتِى تُعْطِيهِمْ قِرَاءَاتٍ أَدَقَّ حَتَّى فِى الضَّبَابِ وَالْأَمْوَاجِ الْعَالِيَةِ.



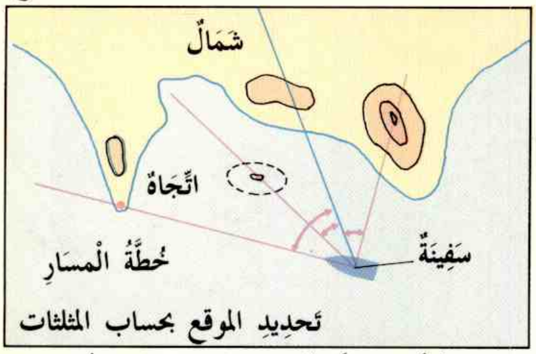


تَكْشِفُ الْخَرَائِطُ عُمْقَ الْمَاءِ، وَالْعَلَامَاتِ الْمِلَاحِيَّةَ الْمُسَاعِدَةَ، وَالْعَوَائِقَ مِثْلَ حُطَامِ السُّفُنِ أَو الشِّعَابِ الْمَرْجَانِيَّةِ أَو الصُّخُورِ الْغَارِقَةِ. وَتَظْهَرُ هُنَا خَرِيطَةُ خَلِيجِ مُونْتَرَاى بِكَالِيفُورْنِيَا.



تُرْشِدُ الْبُوصَلَةُ الدَّوَّارَةُ الْجِيرُوسْكُوبِيَّة السَّفِينَةَ إِلَى الشَّمَالِ الْجُغْرَافِيِّ الْحَقِيقِيِّ. وَتُؤْخَذُ زَوَايَا الِاتِّجَاهَاتِ بِالنَّظَرِ إِلَى التَّدْرِيجِ.

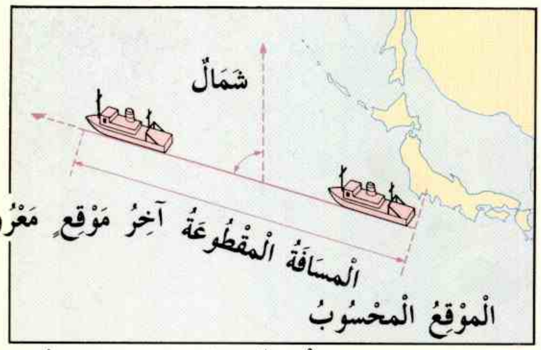
تَحْدِيدُ الْمَوقِعِ



ئحدِيدِ الموقع بحساب المثلثات

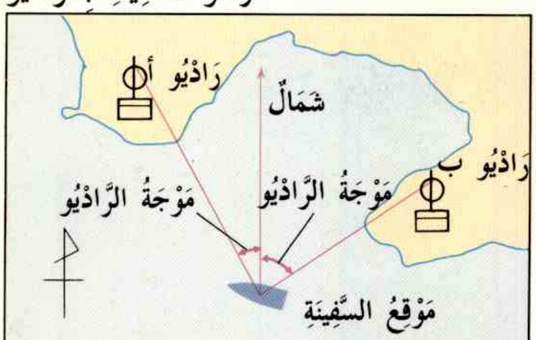
يَرسُمُ الْمَلَّاحُ خُطَّةَ الْمسَارِ عَلَى خَرِيطَةٍ . ثُمَّ يُرَاقِبُ خَطَّى اتِّجَاهٍ يَتَقَاطَعَانِ عِنْدَ الْموْقِعِ التَّقْرِيبِيِّ لِلسَّفِينَةِ .

تَخْطِيطُ الْمَوْقِعِ التَّقْدِيرِيِّ

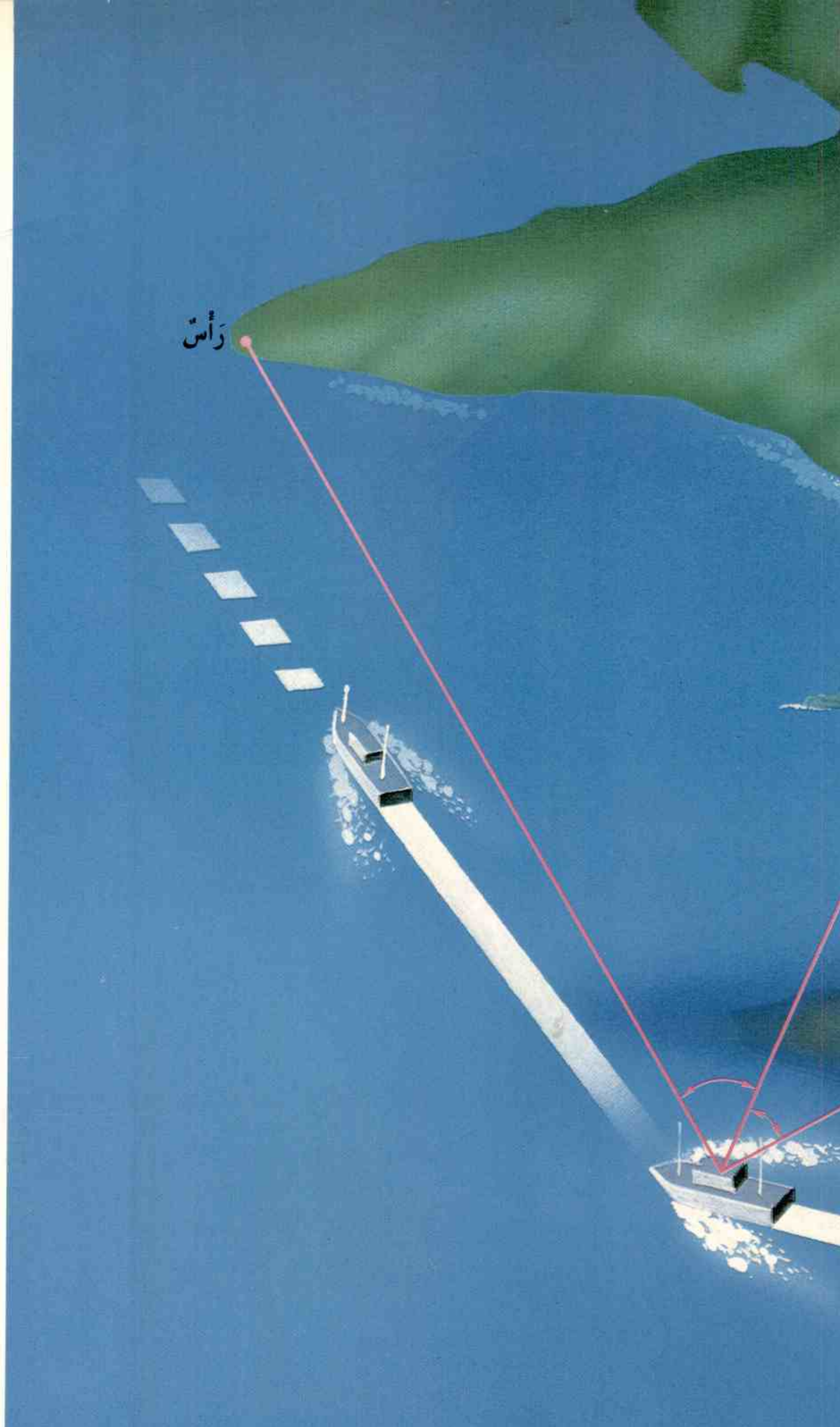


يُمكِنُ تَحْدِيدُ مَوْقِعٍ تَقْدِيرِيٍّ لِلسَّفِينَةِ بِحِسَابِ السُّرْعَةِ وَزَمَنِ الرِّحْلَةِ ثُمَّ وَضْعِ عَلَامَةٍ عَلَى خُطَّةِ الْمسَارِ طِبْقًا لِلتَّقَدُّمِ الْمتَوَقَّعِ .

رُسُوُّ السَّفِينَةِ بِالرَّادْيُو

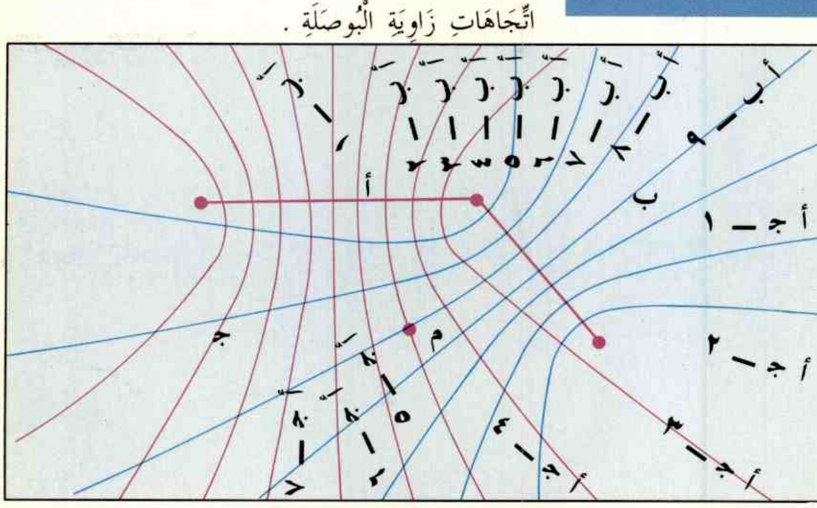


تُحَوِّلُ مُعَيِّنَاتُ الِاتِّجَاهِ اللَّاسِلْكِيَّةُ (الرادْيُويَّةُ) الْمُتَقَدِّمَةُ الْإِشَارَاتِ مِنْ فَنَارَاتٍ عَلَى طُولِ الشَّاطِئِ إِلَى اتِّجَاهَاتِ زَاوِيَةِ الْبُوصَلَةِ .



الْمُحَاذَاةُ بِوَاسِطَةِ لُورَان (نِظَامُ المِلاحَةِ بَعِيدَةِ المدَى م ب م)

هَذِهِ الْخُطُوطُ الْمُنْحَنِيَةُ تُمَثِّلُ مَوْجَاتٍ لَاسِلْكِيَّةً مُتَوَلِّدَةً مِنْ بَاعِثٍ رَئِيسِيٍّ عِنْدَ أ وَبَاعِثَيْنِ تَابِعَيْنِ عِنْدَ ب ، جـ . وَيُمكِنُ لِلسَّفِينَةِ أَنْ تَتَوَافَقَ مَعَ مَيْلِ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ بِاسْتِخْدَامِ مُسْتَقْبِلٍ خَاصٍّ لِأَنَّهَا مُتَوَلِّدَةٌ مِنْ نِظَامٍ عَلَى الشَّاطِئِ يُعْرَفُ بِاسْمِ لُورَان (Loran) وَهُوَ اخْتِصَارٌ لِلْمِلَاحَةِ بَعِيدَةِ الْمَدَى . وَلِتَحْدِيدِ الْمَوْقِعِ ، يُقَارِنُ الْمُسْتَقْبِلُ بَيْنَ أَزْمِنَةِ وُصُولِ الْإِشَارَاتِ مِنَ الْمحَطَّاتِ . وَقَدِ اعْتَادَ الْملَّاحُونَ عَلَى الرُّجُوعِ إِلَى الْخَرَائِطِ وَعَمَلِ الْحِسَابَاتِ لِتَحْدِيدِ الْموْقِعِ . (فِي هَذِهِ الْحَالَةِ تَحَدَّدَ مَوْقِعُ السَّفِينَةِ عِنْدَ م . وَأَجْهِزَةُ نِظَامِ لُورَان الْأَحْدَثُ تُوَضِّحُ خُطُوطَ الطُّولِ وَالعَرْضِ تِلْقَائِيًّا .



(Loran = Long range Navigation) (م ب م)

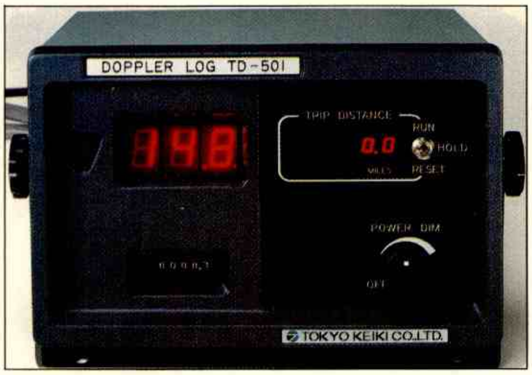
كَيفَ تُبحِرُ السُّفُنُ فِى الضَّبَابِ؟

كَانَ الضَّبَابُ الْكَثِيفُ وَاللَّيَالِى الْملَبَّدَةُ بالْغُيوم تُمَثِّلُ مُشْكِلَةً خَطِيرَةً بالنِّسْبَةِ لِلْبَحَّارَةِ الَّذِينَ يَهْتَدُونَ بالسَّمَاء أَو الْأَرْضِ . وَلكِنَّ تَجْهِيزَاتِ الرَّادَارِ وَالسُّونَارِ الْحَدِيثَةَ تَرَى خِلَالَ أَكْثَفِ السُّحُبِ فَتُسَاعِدُ السُّفُنَ عَلَى التَّقَدُّمِ بِثِقَةٍ .

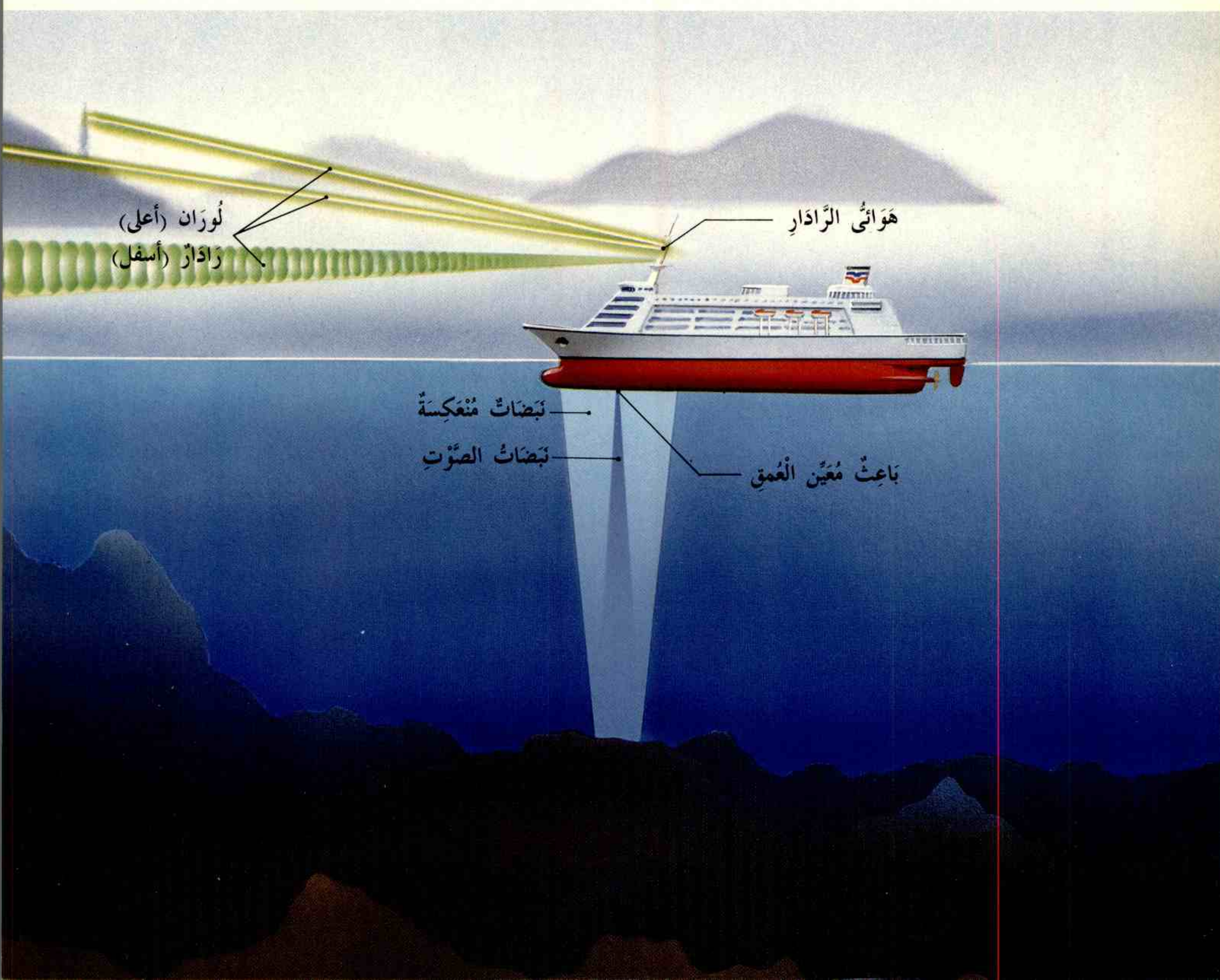
وَتَكْشِفُ أَجْهِزَةُ الرَّادَارِ مَوَاقِعَ الْأَجْسَامِ فِى مَدًى مُعَيَّنٍ من السَّفِينَةِ وتَرْسُمُ خَرِيطَةً لَهَا ، وَذَلِكَ بِحِسَابِ أَزْمِنَةِ مَوْجَاتِ الرادارِ الْمُنْعَكِسَةِ . أَمَّا مُعَيِّنَاتُ الْأَعْمَاقِ فَتَسْتَخْدِمُ نَبَضَاتٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ تَرْتَدُّ عَلَى قَاعِ الْمُحِيطِ لِحِسَابِ عُمْقِ الْمَاءِ بِالْأَقْدَامِ أَو الْقَامَةِ (٦ أَقْدَام) . وَهَذِهِ «الْعُيُونُ» الْمِيكَانِيكِيَّةُ تُوَفِّرُ مَعْلُومَاتٍ كَافِيَةً بِالْإِضَافَةِ إِلَى أَجْهِزَةِ لُورَان لِتَحْدِيدِ الْمَوْقِعِ . وَرَغْمَ تَعَذُّرِ الرُّؤْيَةِ تَمَامًا ، إِلَّا أَنَّ الْبَحَّارَ يُمْكِنُهُ تَجَنُّبُ الشِّعَابِ وَالْجُزُرِ ، وَتَحْدِيدُ مَوَاقِعِ الْقَنَوَاتِ ، وَيُفْسِحُ الطَّرِيقَ لِلسُّفُنِ الْأُخْرَى .

تَحدِيدُ الْأَعْمَاقِ بِالصَّوْتِ

يَبْعَثُ مُعَيِّنُ الْعُمقِ بِالسُّونَارِ (أَوْ مِسْبرِ الأَعْماق) نَبَضَاتِ الصَّوْتِ ويَقِيسُ الزَّمَنَ حَتَّى ارْتِدَادِهَا . وَيَقُومُ حَاسِبٌ آلِّى بِضَرْبِ زَمَنِ هَذِهِ الرِّحْلَةِ × سُرْعَةِ الصَّوْتِ ـــ وَهِىَ حَوَالَى ٤٩٥٠ قدمًا / ثانية فِى الْمَاءِ ـــ ، ثُمَّ يَقْسِمُ النَّاتِجَ عَلَى ٢ لِيَحْسِبَ الْمسَافَةَ حَتَّى الْقَاعِ بِالْقَدَمِ أَو الْقَامَةِ .



الْقِرَاءَةُ فِى مِسْبَرِ أَعْمَاقٍ حَدِيثٍ



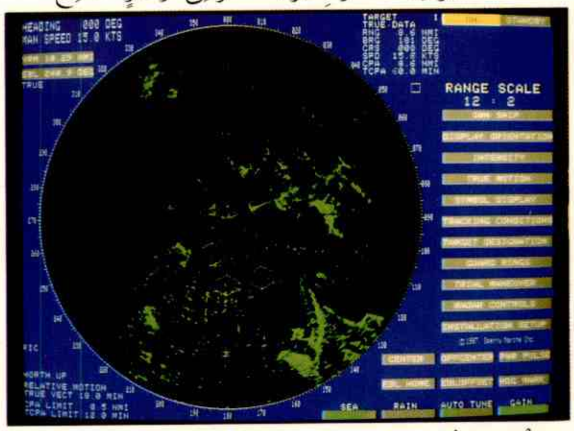
آلَةٌ تَرَى بِعَيْنِ طَائِرٍ

يُعْطِى الرَّادَارُ الْمَلَّاحِينَ مَنَاظِرَ تَفْصِيلِيَّةً فَوْرِيَّةً لِلْمِنْطَقَةِ الْمُحِيطَةِ بِالسَّفِينَةِ ، حَتَّى تَحْتَ أَقْسَى الظُّرُوفِ . وَبَيْنَمَا يَدُورُ هَوَائِىُّ الرَّادَارِ (يمين) فَإِنَّهُ يُرْسِلُ دَفْعَةً مِن الْإِشَارَاتِ اللَّاسِلْكِيَّةِ ثُمَّ يَسْتَمِعُ إِلَى صَدَاهَا (أسفل يمين). وَيَسْتَطِيعُ مُشَغِّلُ الرَّادَارِ الْمتَمَرِّسُ أَنْ يَقْرَأَ صُوَرَ الرَّادَارِ ، وَيُكَوِّنَ صُورَةً وَاضِحَةً لِلْمَرَافِئِ وَالسُّفُنِ وَالْأَجْسَامِ الْمُحِيطَةِ بِالسَّفِينَةِ . وَرَغْمَ ذَلِكَ يَحْتَاطُ الْمَلَّاحُونَ لِأَنَّ الرَّادَارَ ــ لِسُوءِ الْحظِّ ــ لَا يَنْعَكِسُ جَيِّدًا عَلَى الْمَرَاكِبِ الشِّرَاعِيَّةِ أَو الزَّوَارِقِ الْمصْنُوعَةِ مِن الْأَلْيَافِ الزُّجَاجِيَّةِ .

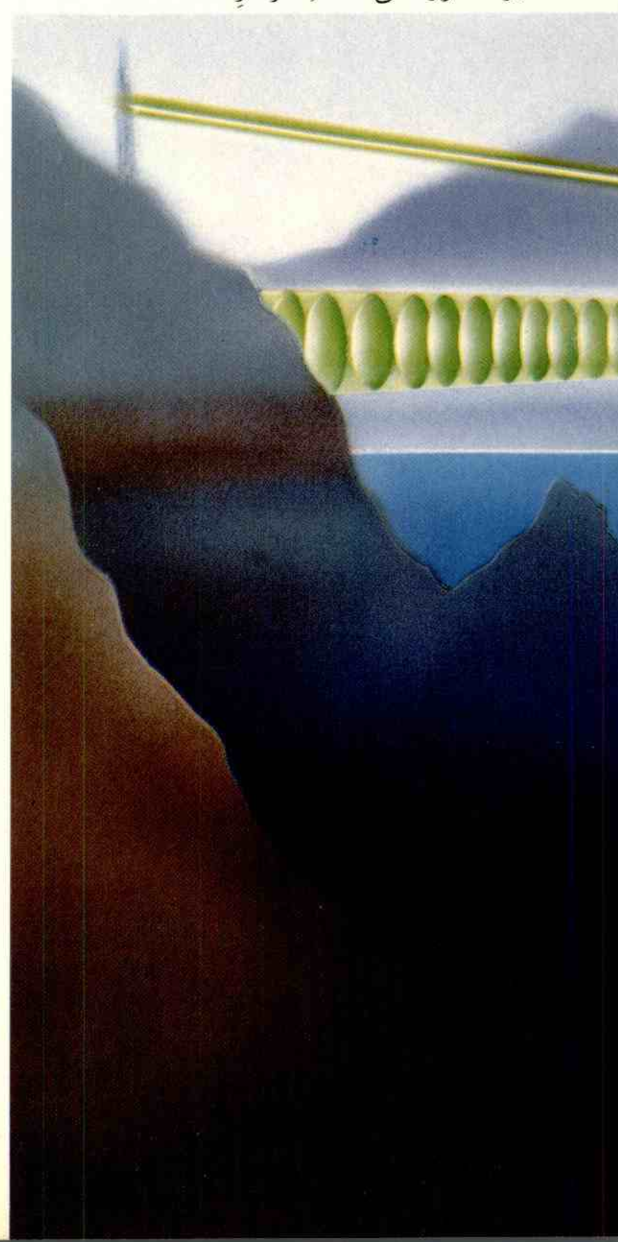


تَحْتَ الْأَبْوَاقِ الْحمْرَاءِ يُوجَدُ هَوَائِىُّ رَادَارٍ مَاسِحٌ



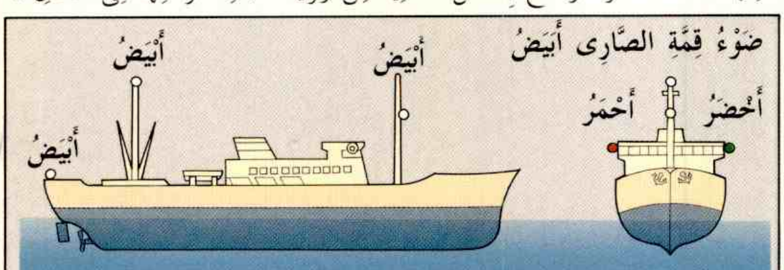


تَظْهَرُ الصُّوَرُ عَلَى شَاشَةِ الرَّادَارِ

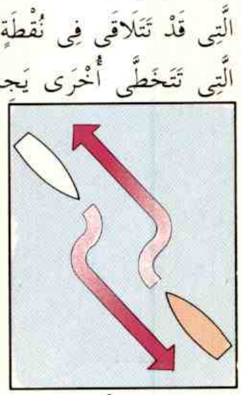


قَوَاعِدُ السَّيْرِ فِى الْبِحَارِ

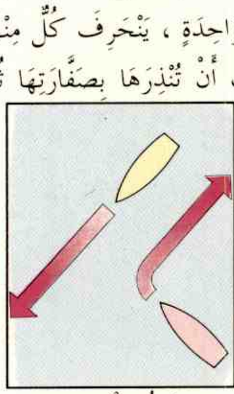
بِجَانِبِ الْآلَاتِ ، يَتَبَادَلُ الْبَحَّارَةُ شِفْرَةً خَاصَّةً تُسَاعِدُهُمْ عَلَى تَجَنُّبِ التَّصَادُمِ . فَمَثَلًا ، يَجِبُ أَنْ تُضِيءَ السُّفُنُ أَضْوَاءً بِأَلْوَانٍ مُعَيَّنَةٍ فِى أَمَاكِنَ مُعَيَّنَةٍ مِنْهَا ــ كَمَا هُوَ مُوَضَّحٌ بِأَسْفَلَ ــ لِيُمكِنَ رُؤْيَةُ اتِّجَاهِ حَرَكَتِهَا فِى الْحَالِ .



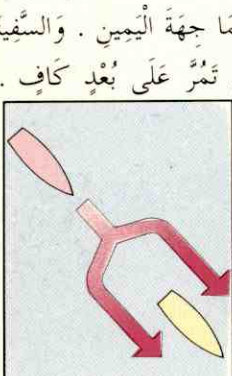
فِى الْموَانِئِ وَالْخلْجَانِ الْمُزْدَحِمَةِ ، تَتَّبِعُ السُّفُنُ الْقَوَاعِدَ الدَّوْلِيَّةَ لِلْمُرورِ فَالسُّفُنُ الَّتِى قَدْ تَتَلَاقَى فِى نُقْطَةٍ وَاحِدَةٍ ، يَنْحَرِفُ كُلٌّ مِنْهُمَا جِهَةَ الْيَمِينِ . وَالسَّفِينَةُ الَّتِى تَتَخَطَّى أُخْرَى يَجِبُ أَنْ تُنْذِرَهَا بِصَفَّارَتِهَا ثُمَّ تَمُرَّ عَلَى بُعْدٍ كَافٍ .



عِنْدَ الِاقْتِرَابِ بِالْمقَدِّمَاتِ ، تَنْحَرِفُ كُلُّ سَفِينَةٍ إِلَى الْيَمِينِ .



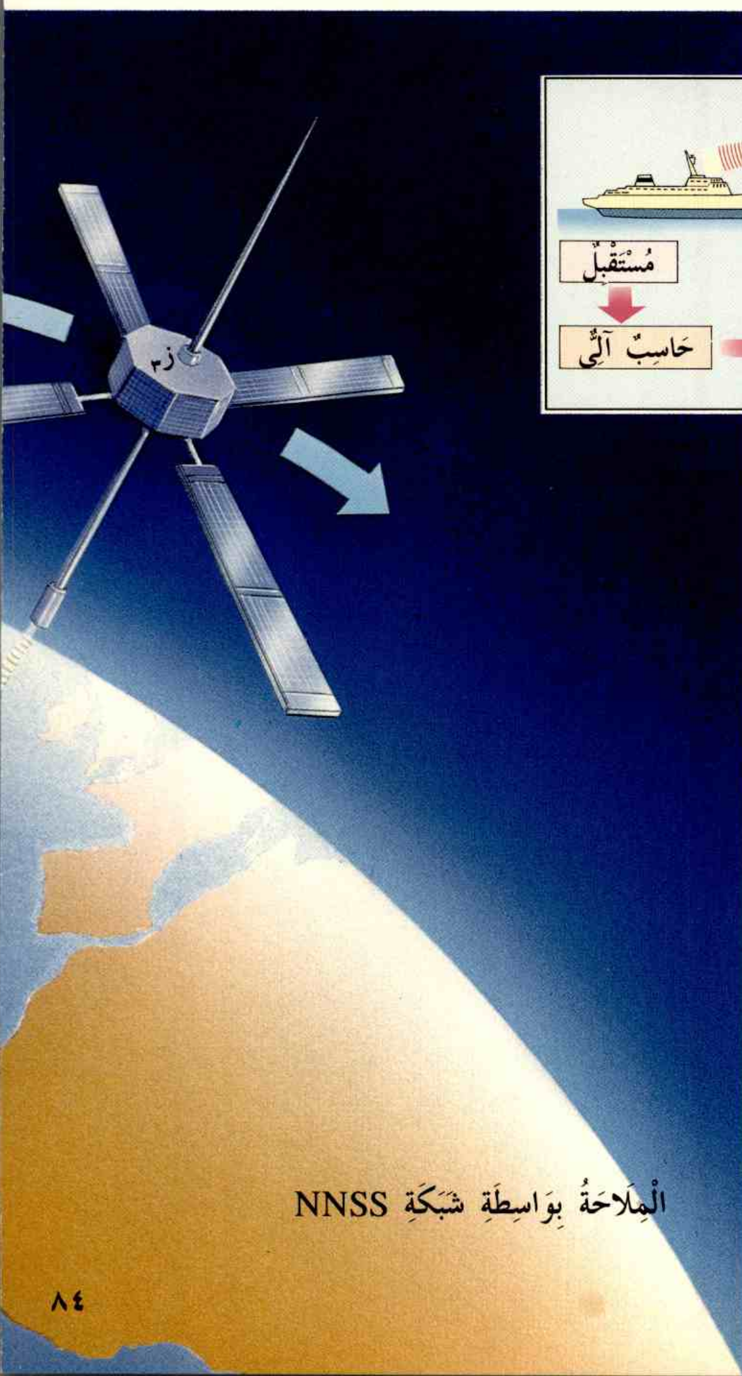
عِنْدَ تَقَاطُعِ الْمسَارَاتِ ، تَنْحَرِفُ إِحْدَاهُمَا خَلْفَ الْأُخْرَى .



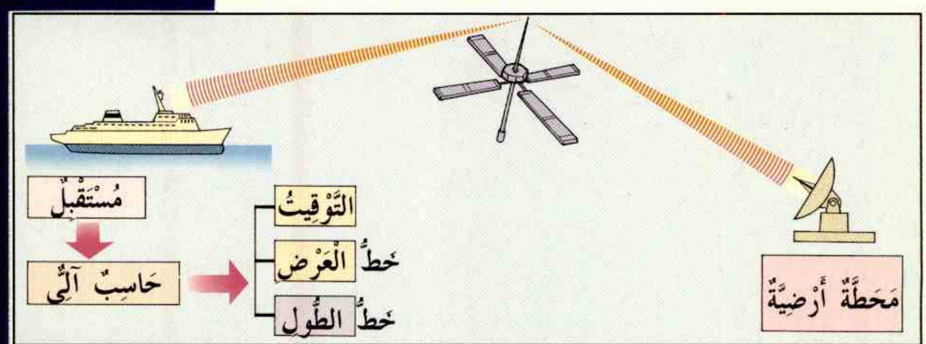
عِنْدَ تَخَطِّى سَفِينَةٍ ، فَإِنَّهَا تَنْحَرِفُ نَحْوَ الْجَانِبِ الْأَقَلِّ ازْدِحَامًا .

كَيْفَ تَكُونُ الْمِلَاحَةُ بِمُسَاعَدَةِ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ؟

تَدُورُ الْأَقْمَارُ الصِّنَاعِيَّةُ الْمِلَاحِيَّةُ حَوْلَ الْأَرْضِ مُرْسِلَةً تَيَّارَاتٍ مُسْتَمِرَّةً مِنَ الْإِشَارَاتِ اللَّاسِلْكِيَّةِ . وَهِيَ تُسَاعِدُ السُّفُنَ فِي اللَّيْلِ أَوِ النَّهَارِ عَلَى تَحْدِيدِ مَوَاقِعِهَا بِدِقَّةٍ مُتَنَاهِيَةٍ . وَتَنْتَمِي لِلْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ ، مِنْهَا نِظَامُ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ الْمِلَاحِيَّةِ الْبَحْرِيَّةِ (NNSS)، وَالْأَحْدَثُ مِنْهُ نِظَامُ الْمَوْقِعِ الْعَالَمِيِّ (GPS) . وَالْأَسَاسُ ، أَنْ يَلْتَقِطَ مُسْتَقْبِلُ الْمَوْجَاتِ اللَّاسِلْكِيَّةِ ــ NNSS أَوْ GPS ــ الْمَوْجُودُ عَلَى ظَهْرِ السَّفِينَةِ الْمَوْجَاتِ الَّتِي تُذِيعُهَا الْأَقْمَارُ الصِّنَاعِيَّةُ بِتَرَدُّدَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ خَاصَّةٍ . وَتُغَذِّي هَذِهِ الْإِشَارَاتُ حَاسِبًا آلِيًّا مُتَّصِلًا بِالْمُسْتَقْبِلِ يَقُومُ بِفَكِّ شِفْرَتِهَا لِيَحْصُلَ عَلَى مَعْلُومَاتٍ عَنْ زَمَنِ الْإِرْسَالِ وَمَوْقِعِ الْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ فِي مَدَارِهِ . (وَتُوَجَّهُ هَذِهِ الْبَيَانَاتُ إِلَى أَقْمَارِ NNSS بِوَاسِطَةِ مَحَطَّاتٍ أَرْضِيَّةٍ ، وَلَكِنَّ أَقْمَارَ GPS لَهَا سَاعَاتُهَا الْخَاصَّةُ وَأَجْهِزَةُ التَّتَبُّعِ عَلَى ظَهْرِهَا) . وَيَحْسِبُ الْحَاسِبُ بَعْدَ ذَلِكَ الْمَسَافَةَ بَيْنَ السَّفِينَةِ وَالْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ . وَتُؤْخَذُ الْقِرَاءَاتُ عَلَى عِدَّةِ فَتَرَاتٍ حَتَّى يَتَوَافَرَ لِلْحَاسِبِ الْقِيَاسَاتُ الْكَافِيَةُ لِحِسَابِ خُطُوطِ الطُّولِ وَخُطُوطِ الْعَرْضِ .

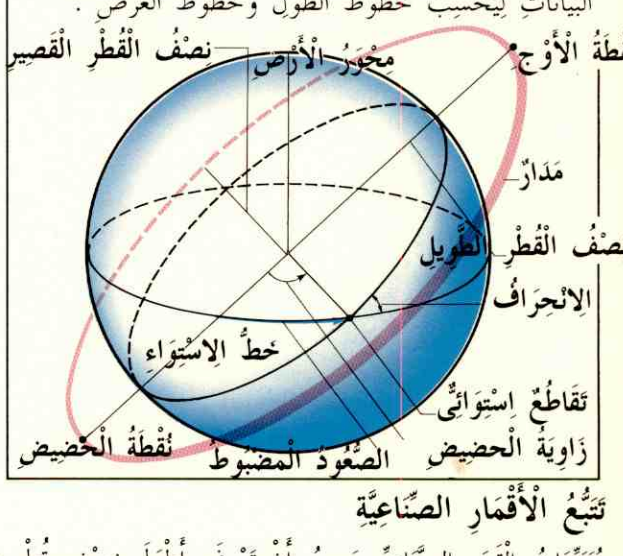


الْمِلَاحَةُ بِوَاسِطَةِ شَبَكَةِ NNSS



سِلْسِلَةُ الْأَوَامِرِ فِي نِظَامِ NNSS

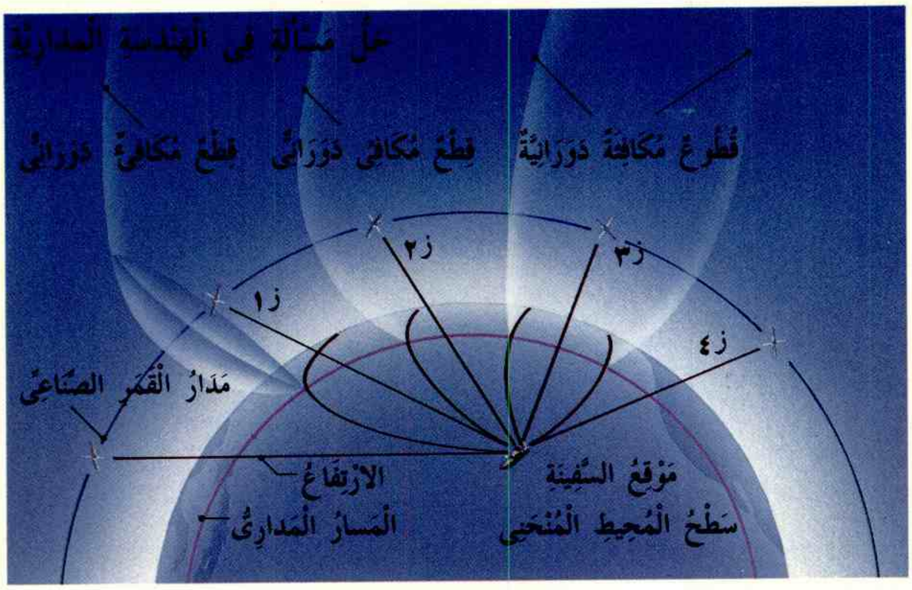
تَصْدُرُ بَيَانَاتُ الزَّمَنِ وَالْمَدَارِ مِنْ مَحَطَّةِ تَتَبُّعٍ (أعلى) إِلَى الْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ الَّذِي يُرْسِلُ إِشَارَاتٍ إِلَى مُسْتَقْبِلٍ . وَيَسْتَخْدِمُ الْحَاسِبُ الْآلِيُّ هَذِهِ الْبَيَانَاتِ لِيَحْسِبَ خُطُوطَ الطُّولِ وَخُطُوطَ الْعَرْضِ .

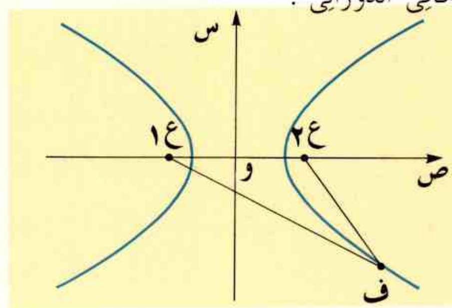


تَتَبُّعُ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ

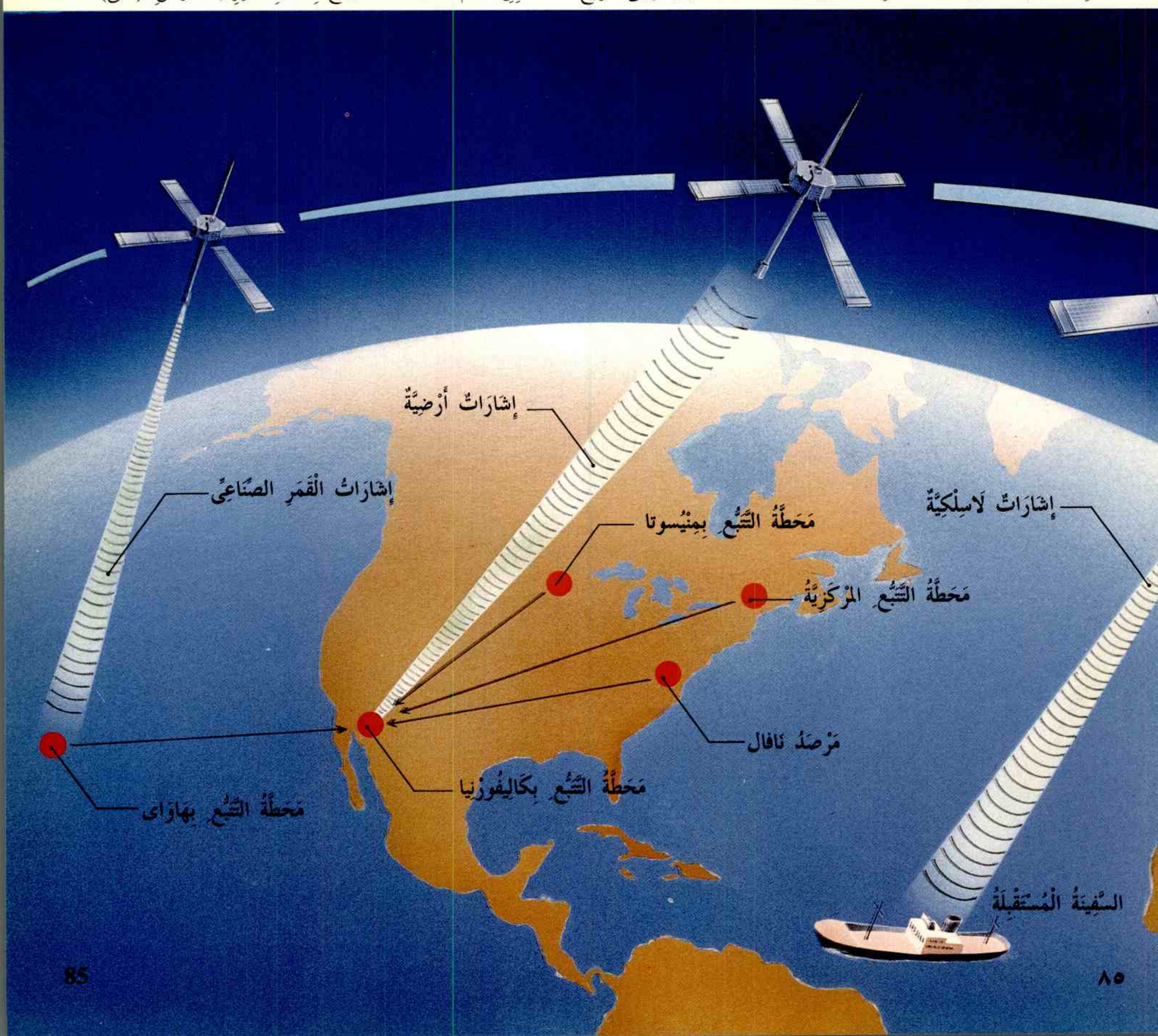
مُتَتَبِّعَاتُ الْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ يَجِبُ أَنْ تَعْرِفَ أَطْوَلَ نِصْفِ قُطْرٍ ، نِصْفَ الْقُطْرِ الْمُتَوَسِّطِ ، زَاوِيَةَ مَيْلِ الْمَدَارِ عَنْ مِحْوَرِ الْأَرْضِ ، أَقَلَّ ارْتِفَاعٍ (الحضيض) وَزَمَنَ الْحَضِيضِ ، بِالْإِضَافَةِ لِحَقَائِقَ أُخْرَى .

التَّصْحِيحُ بِسَبَبِ كُرَوِيَّةِ الْأَرْضِ : تُوجَدُ السُّفُنُ عَادَةً عَلَى مَسَافَةٍ أَبْعَدَ مِنَ الْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ لِوُقُوعِهَا عَلَى الْأَرْضِ الْمُنْحَنِيَةِ . وَلِتَصْحِيحِ ذَلِكَ ، فَإِنَّ الْحَاسِبَاتِ الْآلِيَّةَ تُسْقِطُ خُطُوطًا مُنْحَنِيَةً (مكافئة) مِنْ نُقَطِ الِارْتِفَاعِ ع١ ع٢ وَمُنْتَصَفِ الْمَسَافَةِ بَيْنَهُمَا . وَيَكُونُ الْمَوْقِعُ الْحَقِيقِيُّ لِلسَّفِينَةِ هُوَ نُقْطَةُ (ف)، وَهِيَ نُقْطَةُ تَقَاطُعِ زَاوِيَةِ الِارْتِفَاعِ مَعَ خُطُوطِ الْقَطْعِ الْمُكَافِئِ الدَّوَرَانِيِّ .





الْقَمَرُ الصِّنَاعِيُّ الْمُتَحَرِّكُ وَأَشِعَّةُ اللَّاسِلْكِي الْمُرْسَلَةُ عَلَى فَتَرَاتٍ (من ز١ إلى ز٤) تَرْسُمُ أَوْتَادًا وَهْمِيَّةً فِي السَّمَاءِ . وَبِمَعْرِفَةِ طُولِ مَقْطَعِ الْقَوْسِ مِن الْمَدَارِ وَطُولَي جَانِبَي الْوَتَدِ ، فَإِنَّهُ يُمْكِنُ حِسَابُ قِمَّةِ الْوَتَدِ وَهِيَ مَوْقِعُ الْمُسْتَقْبِلِ . ثُمَّ يَجْرِي التَّصْحِيحُ بِسَبَبِ كُرَوِيَّةِ الْأَرْضِ (أعلى) .

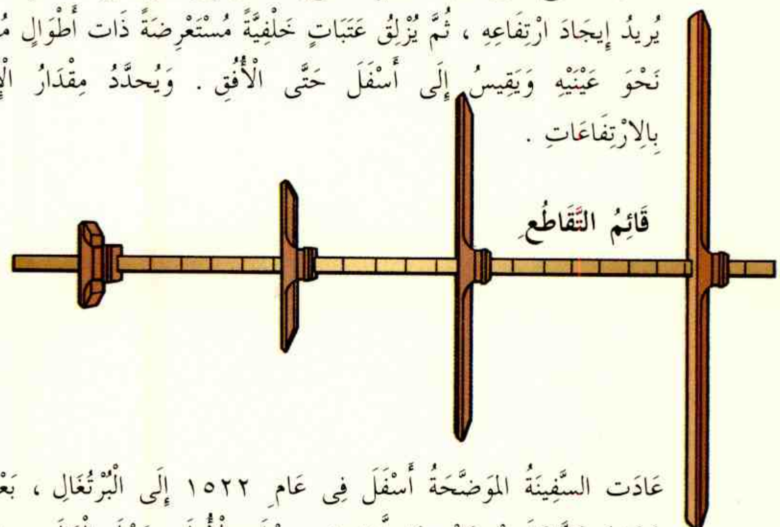


كَيْفَ كَانَتِ السُّفُنُ تُبْحِرُ فِى الْمَاضِى؟

قَبْلَ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ الْحَدِيثَةِ وَتَقْنِيَةِ الْحَاسِبِ الْآلِىِّ ، كَانَ الْبَحَّارَةُ يَجُوبُونَ مُحِيطَاتِ الْعَالَمِ مُزَوَّدِينَ بِعَدَدٍ مِن الْأَجْهِزَةِ الدالَّةِ على الذَّكَاءِ . وَأَحَدُ هَذِهِ الْأَجْهِزَةِ هُوَ الْأَسْطُرْلَابُ الَّذِى تَمَّ تَبْسِيطُهُ مِنْ آلَةٍ فَلَكِيَّةٍ عَرَبِيَّةٍ لِيُسْتَخْدَمَ فِى الْبِحَارِ . وَكَانَتْ إِبَرُهَا وَتَدْرِيجُهَا وَسِيلَةً لِقِيَاسِ الزَّوَايَا بَيْنَ الْأُفُقِ وَالشَّمْسِ أَوْ أَجْرَامٍ سَمَاوِيَّةٍ أُخْرَى ، وَتُتَرْجَمُ هَذِهِ الزَّوايَا إِلَى خُطُوطِ عَرْضٍ أَرْضِيَّةٍ . ثُمَّ اخْتُرِعَ فِى الْعُصُورِ الْوُسْطَى خِلَالَ عَصْرِ النَّهْضَةِ قَائِمُ التَّقَاطُعِ والرُّبْعِيةُ والسُّدْسية ، وَهِىَ آلَاتٌ أَبْسَطُ وَأَدَقُّ وَحَلَّتْ تَدْرِيجِيًّا مَحَلَّ الْأَسْطُرْلَابِ . وَبِإِتْمَامِ صِنَاعَةِ الْبُوصَلَاتِ ذَاتِ التَّدَارِيجِ الْمُعَايَرَةِ فِى الْقَرْنِ ١١ ، تمكَّنَ الْبَحَّارَةُ مِنْ قِيَادَةِ السُّفُنِ بِتَوْجِيهِ مُقَدِّمَاتِهَا . وَمَعَ حُلُولِ الْقَرْنِ ١٥ ظَهَرَ أَيْضًا تَقْدِيرُ مَوْقِعِ السُّفُنِ دُونَ الِاسْتِعَانَةِ بِآلَاتِ الرَّصْدِ . وَتُسْقَطُ فِى الْبَحْرِ مَقَايِيس

قِيَاسُ ارْتِفَاعَاتِ الْأَجْسَامِ السَّمَاوِيَّةِ

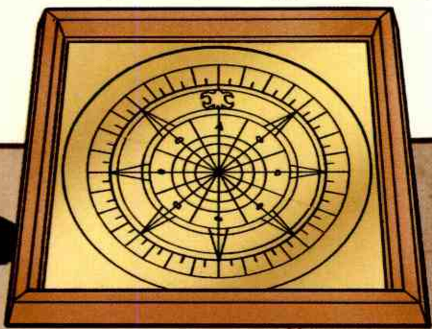
يَنْظُرُ الْمَلَّاحُ عَلَى طُولِ قَائِمِ تَقَاطُعٍ مَعْدِنِىٍّ إِلَى الْجِسْمِ السَّمَاوِىِّ الَّذِى يُرِيدُ إِيجَادَ ارْتِفَاعِهِ ، ثُمَّ يُزْلِقُ عَتَبَاتٍ خَلْفِيَّةً مُسْتَعْرِضَةً ذَاتَ أَطْوَالٍ مُخْتَلِفَةٍ نَحْوَ عَيْنَيْهِ وَيَقِيسُ إِلَى أَسْفَلَ حَتَّى الْأُفُقِ . وَيُحَدَّدُ مِقْدَارُ الْإِزَاحَةِ بِالِارْتِفَاعَاتِ .

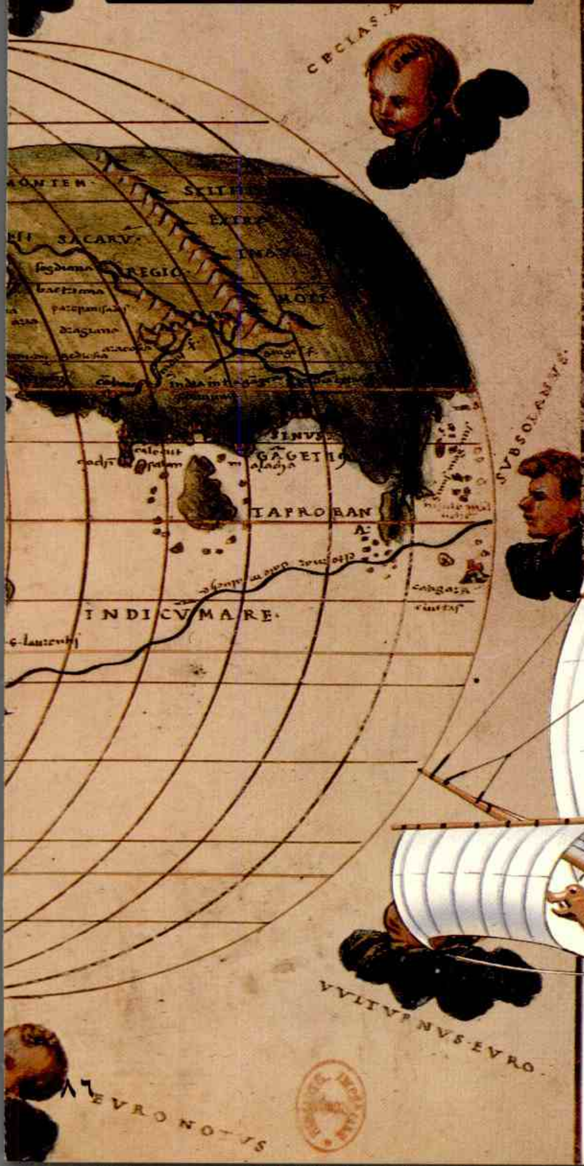


قَائِمُ التَّقَاطُعِ

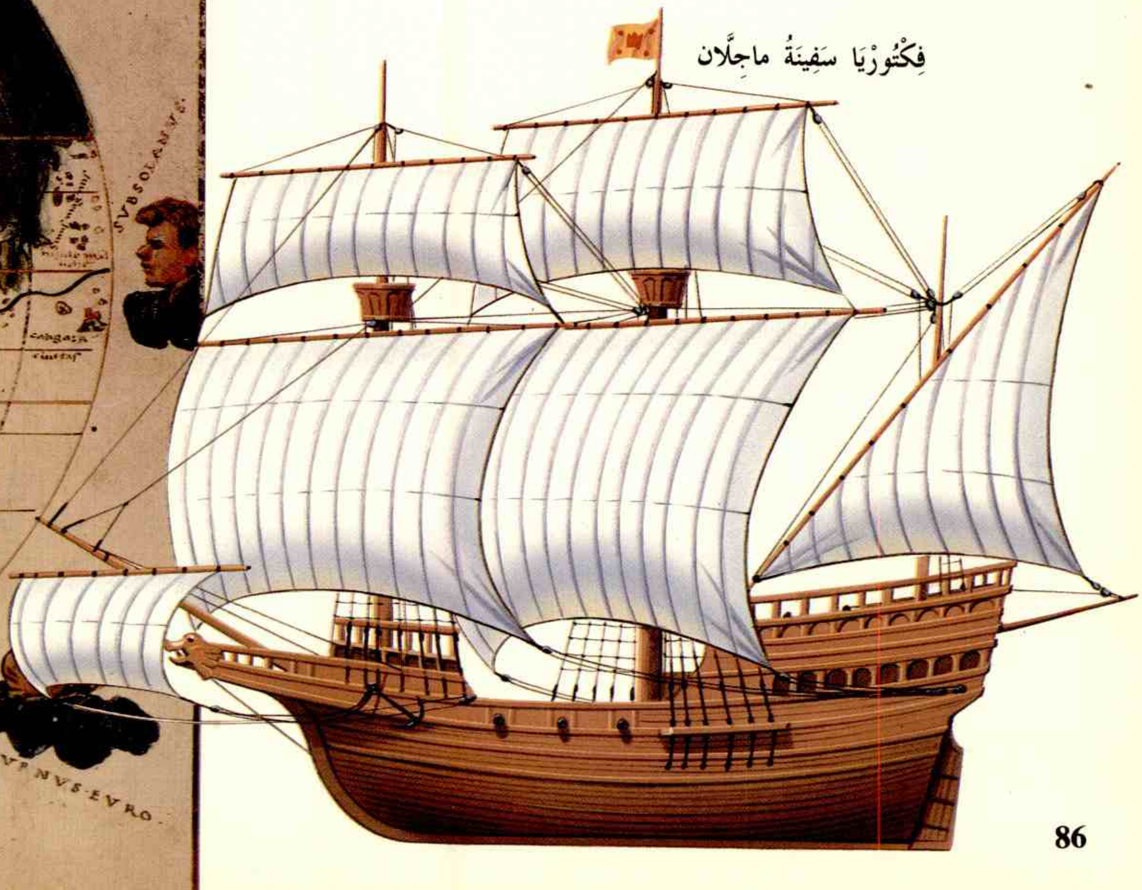
بُوصَلَةُ الْقُرُونِ الْوُسْطَى

وَهِىَ إِبْرَةٌ مُمَغْنَطَةٌ مِن الْحَدِيدِ تَرْتَكِزُ عَلَى مِحْوَرٍ فِى مَرْكَزِ قُرْصٍ مِن الْوَرَقِ الْمُقَوَّى الْمَطْلِىِّ ، وَتُشِيرُ دَائِمًا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِىِّ الْمِغْنَاطِيسِىِّ .



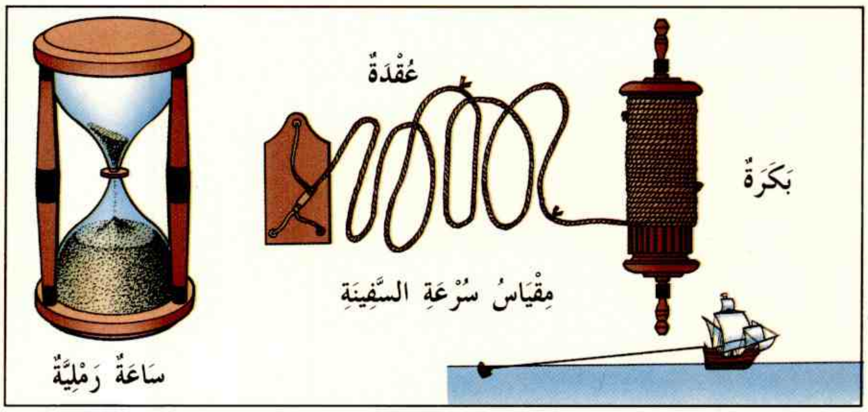


عَادَتِ السَّفِينَةُ الْمُوَضَّحَةُ أَسْفَلَ فِى عَامِ ١٥٢٢ إِلَى الْبُرْتُغَالِ ، بَعْدَ أَنْ حَمَلَتْ بَحَّارَةَ فِرْدِينَانْد مَاجِلَّان فِى رِحْلَتِهِ الْأُولَى حَوْلَ الْعَالَمِ . وَتَرَى طَرِيقَهُم الَّذِى سَلَكُوهُ عَلَى خَرِيطَةِ عَامِ ١٥٤٣ (يمين) وَقَدْ حُدِّدَ بِخَطٍّ مُتَعَرِّجٍ .



فِكْتُورْيَا سَفِينَةُ مَاجِلَّان

سُرْعَةِ السَّفِينَةِ الْمتَّصِلَةِ بِحِبَالٍ طَوِيلَةٍ بِهَا عُقَدٌ ، وَذَلِكَ عَلَى فَتَرَاتٍ مُعَيَّنَةٍ بَيْنَمَا تَحْسِبُ سَاعَةٌ رَمْلِيَّةٌ الْوَقْتَ ، فَتَحَدَّدُ سُرْعَةٌ تَقْرِيبِيَّةٌ لِلسَّفِينَةِ .



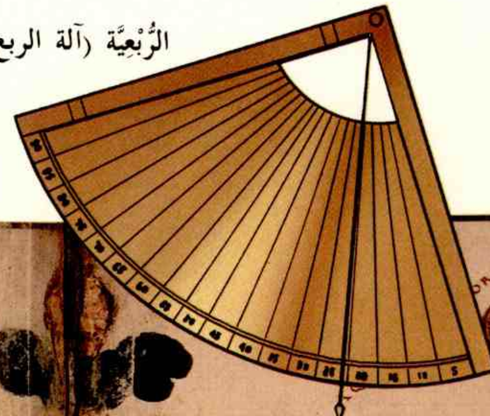
تَقْدِيرُ خطِّ الطُّولِ

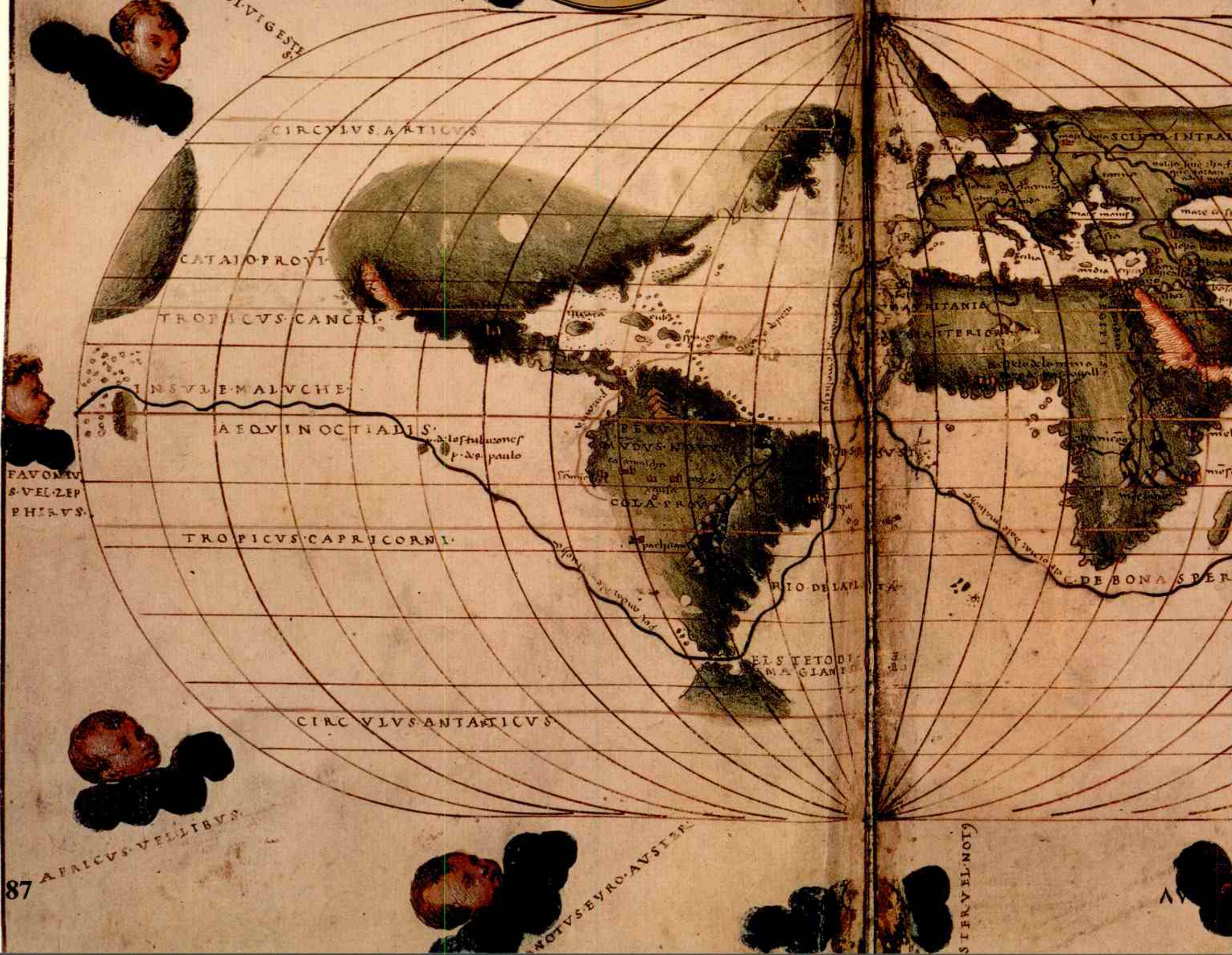
حَاوَلَ الْبحَّارَةُ تَقْدِيرَ خُطُوطِ الطُّولِ بِمُسَاعَدَةِ السَّاعَةِ الرَّمْلِيَّةِ وَالْحِبَالِ الْعُقَدِيَّةِ الثَّقِيلَةِ . فَالرَّمْلُ الْمتَسَرِّبُ خِلَالَ الزُّجَاجِ يُبَيِّنُ الزَّمَنَ الَّذِى يَمْضِى ، بَيْنَمَا يَقِيسُ الْحَبْلُ السُّرْعَةَ بِفَكِّهِ مِنْ بَكَرَةٍ عَلَى السَّفِينَةِ وَبِضَرْبِ زَمَنِ الرِّحْلَةِ × السُّرْعَةِ تَنْتُجُ الْمسَافَةُ الْكُلِّيَّةُ الْمقْطُوعَةُ . وَبِمعْرِفَةِ نُقْطَةِ بِدَايَةِ الرِّحْلَةِ وَمَدَى تَقَدُّمِهَا يَوْمِيًّا ، فَإِنَّ الْبَحَّارَةَ يَضَعُونَ تَصَوُّرًا تَقْرِيبيًّا لِقِيَاسِ الحَرَكَةِ شَرْقًا وَغَرْبًا .

قِرَاءَةُ خُطُوطِ الْعَرْضِ

كَانَ بَحَّارُ الْقُرُونِ الْوُسْطَى يُحدِّدُ خطَّ الْعَرضِ أَو الْمَوْقِعَ بِاسْتِخْدَامِ الرُّبعِيَّةِ بِالنَّظَرِ إِلَى الشَّمْسِ وَالنُّجُومِ . فَتُقَاسُ زَاوِيَةُ ارْتِفَاعِ جِسْمٍ مُعَيَّنٍ بِالْأَسْطُرْلَابِ (يسار) أَو السُّدْسِيَّةِ . ثُمَّ يَرْجِعُ الْبحَّارُ إِلَى خَرِيطَةٍ تُسَمَّى التَّقْوِيمَ الْفَلَكِىَّ لِيُحدِّدَ مَوْقِعَ السَّفِينَةِ .







مَاذَا كَانَ شَكْلُ سَفِينَةِ كُولُمْبُس ؟

فُقِدَتْ جَمِيعُ الرُّسُومَاتِ الْخَاصَّةِ بِسَفِينَةِ كُولُمْبُس الْقَائِدَةِ سَانْتَا مَارِيَّا ، وَلَكِنَّ وَصْفَ هَذِهِ السَّفِينَةِ أَعْطَى الدَّارِسِينَ فِكْرَةً عَنْ شَكْلِهَا . فَكَانَتْ غَالِبًا قُرْقُور ، وَهُوَ نَوْعٌ مِنَ السُّفُنِ التِّجَارِيَّةِ الْمُسْتَدِيرِ الْقَاعِدَةِ عَالِى الانْحِنَاء مُجَهَّزٌ بِثَلاثَةِ صَوَارٍ وَعَمُودِ مُقَدِّمَةٍ ضَخْمٍ مَائِلٍ بِزَاوِيَةٍ مَعَ أَعْلَى مُقَدَّمِ الْمَرْكَبِ (أى دِقَلٍ مَائل) . وَلِمِثْلِ هَذِهِ السُّفُنِ أَرْبَعَةُ أَشْرِعَةٍ مُسْتَطِيلَةٍ وَشِرَاعٌ مُثَلَّثٌ عَلَى الصَّارِى المِزِّينِى قُرْبَ الْمؤَخِّرَةِ .

وَرَافَقَتْ سَانْتَا مَارِيَّا سَفِينَتَانِ أُخْرَيَانِ هُمَا نِينَا وَبِنْتَا ، وَهُمَا أَسْرَعُ وَتُسَمَّى مَرَاكِبَ شِرَاعِيَّةً سَرِيعَةً ، وَبَلَغَ طُولُهَا حَوَالَى ٧٠ قَدَمًا . وَبَعْدَ أَنْ تَحَطَّمَتْ سَانْتَا مَارِيَّا عِنْدَ جَزِيرَةِ هسبانيولا (هايتى حاليا) تَوَلَّى كُولُمْبُس قِيَادَةَ السَّفِينَةِ نِينَا .

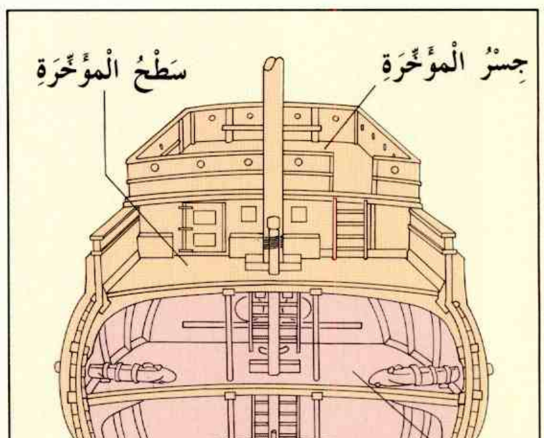
الْأَبْعَادُ الْأَسَاسِيَّةُ

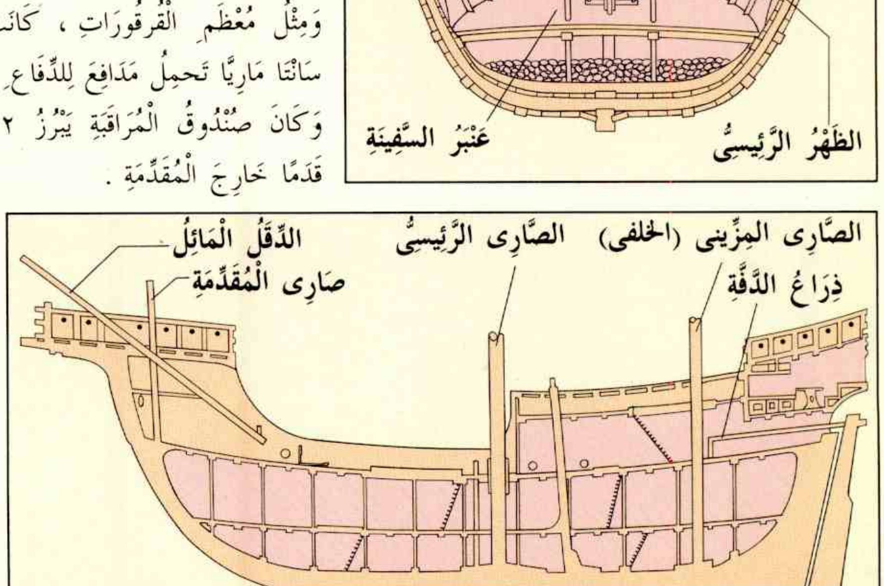
كَانَ طُولُ سَانْتَا مَارِيَّا حَوَالَى ٨٠ قَدَمًا وَعَرْضُهَا ٢٤ قَدَمًا وَوَزْنُهَا ٩٠ طِنًّا . وَقَد اكْتَسَبَتْ مُعْظَمَ قُدْرَتِهَا مِنَ الْأَشْرِعَةِ الرَّئِيسِيَّةِ وَأَشْرِعَةِ الْمقَدِّمَةِ . وَعِنْدَمَا تَكْتَمِلُ حُمُولَتُهَا كَانَتْ تُزِيحُ ١١ قَدَمًا مِنَ الْمَاءِ وَتحِلُّ مَحَلَّ ٢٣٣ طِنًّا مِنْهُ .



مَرْكَبٌ بَحْرِيَّةٌ

كَانَتْ سَانْتَا مَارِيَّا مُرَبَّعَةَ الْأَشْرِعَةِ الَّتِى تُرْبَطُ بِالْحِبَالِ وَتَتَدَلَّى عَمُودِيًّا عَلَى السَّفِينَةِ . وَتُوَجَّهُ مِنْ جِسْرِ الْمُؤَخِّرَةِ بِوَاسِطَةِ ذِرَاعِ الدَّفَّةِ . وَكَانَ الْبَحَّارَةُ يَنَامُونَ وَيَأْكُلُونَ عَلَى الظَّهْرِ الرَّئِيسِىِّ لِلسَّفِينَةِ ، بَيْنَمَا تُخَزَّنُ الْمُؤَنُ فِى عَنْبَرِ السَّفِينَةِ . وَمِثْلُ مُعْظَمِ الْقُرقُورَاتِ ، كَانَتْ سَانْتَا مَارِيَّا تَحمِلُ مَدَافِعَ لِلدِّفَاعِ . وَكَانَ صُنْدُوقُ الْمُرَاقَبَةِ يَبْرُزُ ١٢ قَدَمًا خَارِجَ الْمُقَدِّمَةِ .







نَمُوذَجٌ لِسَفِينَةِ سَانْتَا مَارِيَّا تَرْسُو فِي أَسْبَانْيَا



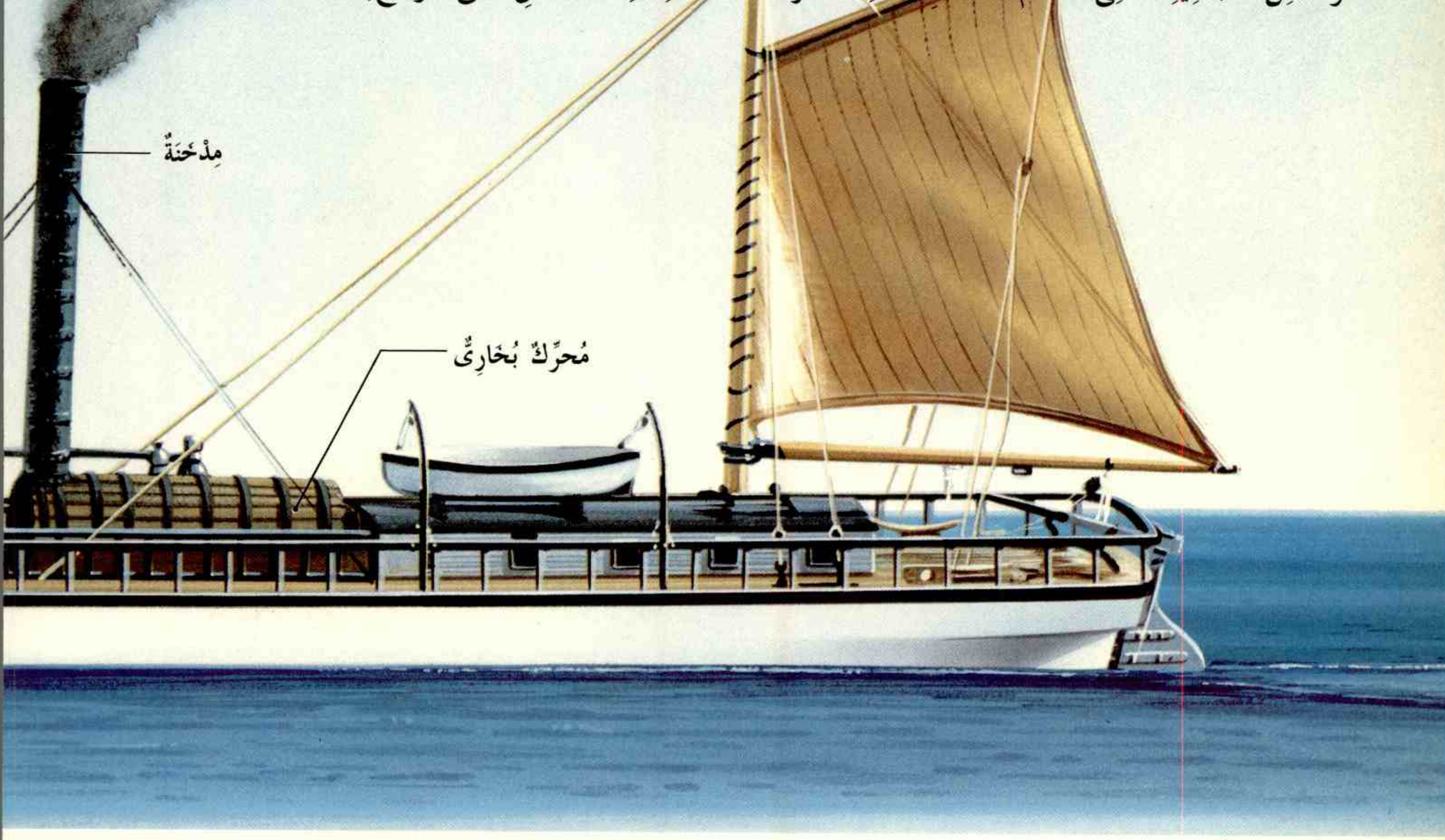
عُبُورُ كُولُمْبُس الْمُحِيطَ الْأَطْلَنْطِيَّ

أَبْحَرَت السُّفُنُ الثَّلَاثُ مِنْ بَالُوس فِي جَنُوبِ أَسْبَانْيَا يوم ٣ أَغُسْطُس عَامَ ١٤٩٢ تَدْفَعُهَا الرِّيَاحُ التِّجَارِيَّةُ . وَشَاهَدُوا الْأَرْضَ بَعْدَ ٧٠ يَوْمًا . وَقَدْ أَبْحَرُوا عَائِدِينَ قَبْلَ هُبُوبِ الرِّيَاحِ الْغَرْبِيَّةِ السَّائِدَةِ ، وَكَانَ طُولُ رِحْلَةِ الْعَوْدَةِ ٢٤٠٠ مِيلٍ . وَرَغْمَ أَنَّ كُولُمْبُس كَانَ يَبْحَثُ عَنِ الْهِنْدِ إِلَّا أَنَّهُ اكْتَشَفَ الدُّنْيَا الْجَدِيدَةَ .



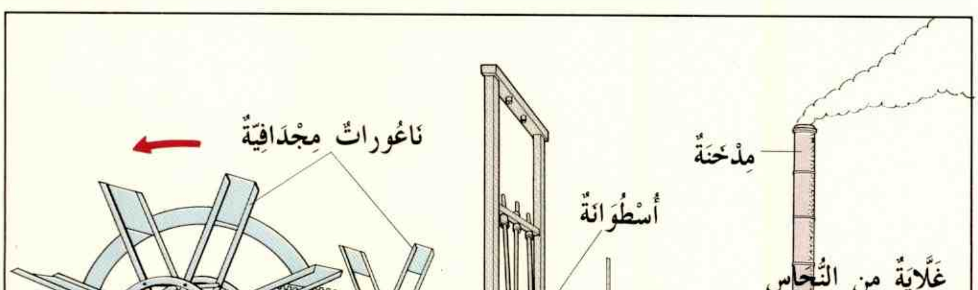
مَا هِىَ سُفُنُ النَّاعُورَةِ الْبُخَارِيَّةُ ؟

حَاوَلَ الْمُخْتَرِعُونَ اسْتِخْدَامَ الْبُخَارِ لِدَفْعِ السُّفُنِ مُنْذُ بِدَايَةِ الْقَرْنِ الْخَامِسَ عَشَرَ ، وَلَكِنْ بِغَيْرِ طَائِلٍ . وَلَكِنَّ أَوَّلَ سَفِينَةٍ بُخَارِيَّةٍ بِالنَّاعُورَةِ لَمْ يَتِمَّ بِنَاؤُهَا حَتَّى عَامِ ١٨٠٧ عِنْدَمَا قَامَ النِّيُويُورْكِى رُوبِرْت فُولْتُون بِبِنَاءِ سَفِينَةٍ خَشَبِيَّةٍ تُشْبِهُ مَرْكَبَ نَقْلِ الْبَضَائِعِ تَزِنُ ١٠٠ طِنٍّ وَطُولُهَا ١٣٣ قَدَمًا وَقُدْرَةُ مُحَرِّكِهَا الْبُخَارِىِّ ٢٠ حِصَانًا . وَيُدِيرُ هَذَا الْمُحَرِّكُ نَاعُورَاتٍ جَانِبِيَّةً قُطْرُهَا ١٥ قَدَمًا تُدِيرُ صُفُوفًا مِنَ الْمَجَادِيفِ الَّتِى تَصْدِمُ الْمَاءَ بِالتَّبَادُلِ فَتُحَرِّكُ السَّفِينَةَ إِلَى الْأَمَامِ . وَأُطْلِقَ عَلَى هَذِهِ السَّفِينَةِ اسْمُ الْقَارِبِ الْبُخَارِىِّ لِلنَّهْرِ الشَّمَالِىِّ الْجَدِيدِ مِنْ كِلِيمُونْت ، وَكَانَتْ تَقُومُ بِرِحْلَاتٍ مُنْتَظِمَةٍ مِنْ مَدِينَةِ نُيُويُورك إِلَى أَلْبَانِى فِى نَهْرِ هِدْسُون . وَفِى عَامِ ١٨٣٩ كَانَتْ تَجُوبُ بُحَيْرَاتِ وَأَنْهَارَ أَمْرِيكَا حَوَالَى ١٠٠٠ سَفِينَةٍ بُخَارِيَّةٍ — مِنْهَا أَحَادِيَّةُ النَّاعُورَاتِ الْجَانِبِيَّةِ ، وَمُزْدَوَجَةُ النَّاعُورَاتِ الْجَانِبِيَّةِ ، وَذَاتُ النَّاعُورَاتِ الْخَلْفِيَّةِ — بَعِيدًا عَنِ اعْتِمَادِهَا الْمُطْلَقِ عَلَى الرِّيَاحِ .



حَرَارَةٌ وَضَغْطٌ

أَتَمَّ الْمُهَنْدِسُ الْأُسْكُتْلَنْدِىُّ جيمس وات الْمُحَرِّكَ الْبُخَارِىَّ فِى أَوَاخِرِ الْقَرْنِ ١٨ ، وَكَانَ الْمُحَرِّكُ يَحْرِقُ الْخَشَبَ أَوِ الْفَحْمَ فِى فُرْنٍ لِيُسَخِّنَ الْمَاءَ الْمَوْجُودَ فِى غَلَّايَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ . وَالْبُخَارُ النَّاتِجُ يُوَلِّدُ الضَّغْطَ اللَّازِمَ لِيَدْفَعَ كَبَّاسًا . وَتَتَحَوَّلُ حَرَكَةُ الْكَبَّاسِ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَلَ بِوَاسِطَةِ عَمُودٍ مِرْفَقٍ وَأَذْرُعِ تَدْوِيرٍ إِلَى حَرَكَةٍ دَائِرِيَّةٍ تُدِيرُ مِحْوَرَ النَّاعورات وَالْعَوَارِضَ الْمُثَبَّتَةَ بِهَا .



■ مَرْكَبُ فولتون الرَّائِدَةُ

كَانَت المرْكَبُ كِلِيرْ مُونت الطَّوِيلَةُ الْمُنْخَفِضَةُ تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ مُتَوسِّطَةٍ ٤ عُقْدَة (أو حوالى ٥ أميال / ساعة) وَقَدْ قَامَتْ بِرِحْلَتِها الْأُولَى فِى أَغُسْطُس عَامَ ١٨٠٧ وَقَطَعَتْ ١٥٠ مِيلًا إلى أَعْلَى النَّهْرِ فِى حَوالى ٣٢ سَاعَةً . ثُمَّ بَدَأَتْ بَعْدَ ذَلِكَ بِقَلِيلٍ فِى الْقِيَامِ بِرِحْلَاتِهَا الْمُنْتَظِمَةِ الَّتِى حَمَلَتْ فِى كُلٍّ مِنْهَا حَوالى ١٠٠ رَاكِبٍ . وَكَانَتْ تَزْهُو بِقَمرَاتِهَا وَمضَاجِعِهَا . وَسرعَانَ مَا أُعِيدَ بِنَاءُ وَتَكْبِيرُ هَذَا الْقَارِبِ الْأَمرِيكِيِّ التِّجَارِيِّ الْأَوَّلِ النَّاجِحِ ، وَظَلَّ يَجُوبُ نَهْرَ هِدْسُون فِى شَكْلِهِ الْجَدِيدِ حَتَّى عَامِ ١٨١٤ حِينَ اسْتُغْنِى عَنْهُ .

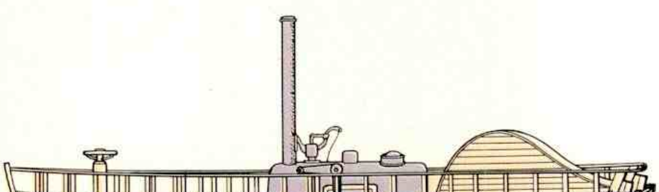


جُهودٌ أُخرَى مُبكِّرَةٌ

فِى عَام ١٥٤٣ شَيَّدَ سِبَانْيارْدِ بلاسْكُودِى جالِي قَارِبًا بُخَارِيًّا بُدَائِيًّا كَانَ يَقْطَعُ سِتَّةَ أَمْيَالٍ فِى ٣ سَاعَاتٍ . وَلَكِنَّهُ لَمْ يُصْبِحْ عَمَلِيًّا حَتَّى بِدَايَةِ الْقَرْنِ ١٨ .



فِى عَامِ ١٧٣٦ كَانَ الْبِرِيطَانِيُّ جُونَاثَان هُولْز هُوَ أَوَّلَ مَن اسْتَخْدَمَ حَرَكَةَ الْكَبَّاسَاتِ الْمَدفُوعَةِ بِالْبُخَارِ لِتَدُورَ عَجَلَةٌ فِى مُؤَخِّرَةِ قَارِبِ السَّحْبِ (القطر) الَّذِى سَجَّلَ بَرَاءَةَ اخْتِرَاعِهِ .



كَانَ أَوَّلُ قَارِبٍ بُخَارِيٍّ نَاجِحٍ حَقِيقَةً هُوَ الشَّارْلُوت دنداس الَّذِى صَمَّمَهُ الْمُهَنْدِسُ الْإِنْجلِيزِىُّ وِلْيَام سيمنجتون عام ١٨٠١ . وَقَامَ بِسَحْبِ قَارِبَيْنِ لِمُدَّةِ ٦ سَاعَاتٍ خِلَالَ جَوْلَةِ اخْتِبَارِهِ فِى اسْكُتْلَنْدا .

كَيْفَ تَعْمَلُ قَنَاةُ بَنَمَا ؟

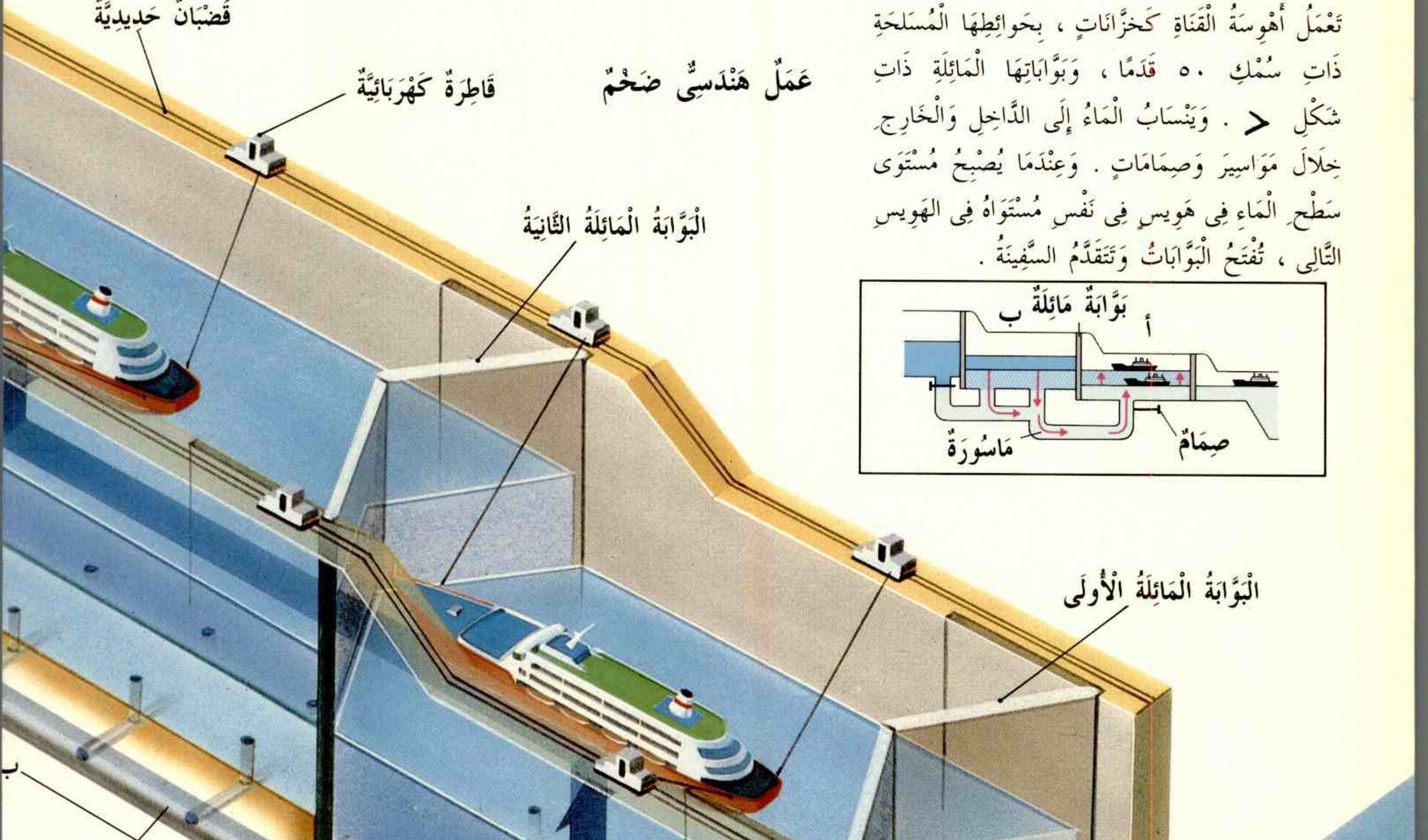
كَانَ عَلَى الْمُسَافِرِينَ بَيْنَ الْمُحِيطِ الْهَادِى وَالْمُحِيطِ الْأَطْلَنْطِى أَنْ يَدُورُوا حَوْلَ رَأْسِ هُورَن عِنْدَ الطَّرَفِ الْجنُوبِى لِأَمْرِيكَا الْجنُوبِيَّةِ قَاطِعِين مَسَافَةَ ٧٨٠٠ مِيلٍ . وَبَيْنَ عَامَى ١٨٨١ ، ١٩١٤ تَمَّ حَفْرُ قَنَاةِ بَنَمَا بِتَكَالِيفَ بَاهِظَةٍ عَبْرَ بَرْزَخِ دَارِيين ، فَأَتَاحَتْ لِلسُّفُنِ الِانْتِقَالَ بَيْنَ الْبَحْرِ الْكَارِيبِى وَالْمُحِيطِ الْهَادِى وَهِىَ تَسْتَخْدِمُ نِطَاقًا مِنَ الْأَهْوِسَةِ ، وَهِىَ عَنَابِرُ كَبِيرَةٌ ذَاتُ بَوَّابَاتٍ يَتِمُّ مَلْؤُهَا بِالْمَاءِ ثُمَّ تَفْرِيغُهَا بِالتَّبَادُلِ ، فَتُرْفَعُ السُّفُنُ فَوْقَ هَذَا الْبَرْزَخِ الْجَبَلِى . وَتَقْطُرُ الْقَاطِرَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ السُّفُنَ بِوَاسِطَةِ حِبَالٍ قَوِيَّةٍ أَثْنَاءَ مُرُورِهَا فِى كُلِّ هَوِيسٍ .



نَاقِلَةُ بِتْرُولٍ تَتَّجِهُ إِلَى قَنَاةِ بَنَما ذَاتِ الِاتِّجَاهَيْنِ .

عَمَلٌ هَنْدَسِىٌّ ضَخْمٌ

تَعْمَلُ أَهْوِسَةُ الْقَنَاةِ كَخَزَّانَاتٍ ، بِحَوَائِطِهَا الْمُسَلَّحَةِ ذَاتِ سُمْكِ ٥٠ قَدَمًا ، وَبَوَّابَاتِهَا الْمَائِلَةِ ذَاتِ شَكْلِ < . وَيَنْسَابُ الْمَاءُ إِلَى الدَّاخِلِ وَالْخَارِجِ خِلَالَ مَوَاسِيرَ وَصِمَامَاتٍ . وَعِنْدَمَا يُصْبِحُ مُسْتَوَى سَطْحِ الْمَاءِ فِى هَوِيسٍ فِى نَفْسِ مُسْتَوَاهُ فِى الْهَوِيسِ التَّالِى ، تُفْتَحُ الْبَوَّابَاتُ وَتَتَقَدَّمُ السَّفِينَةُ .





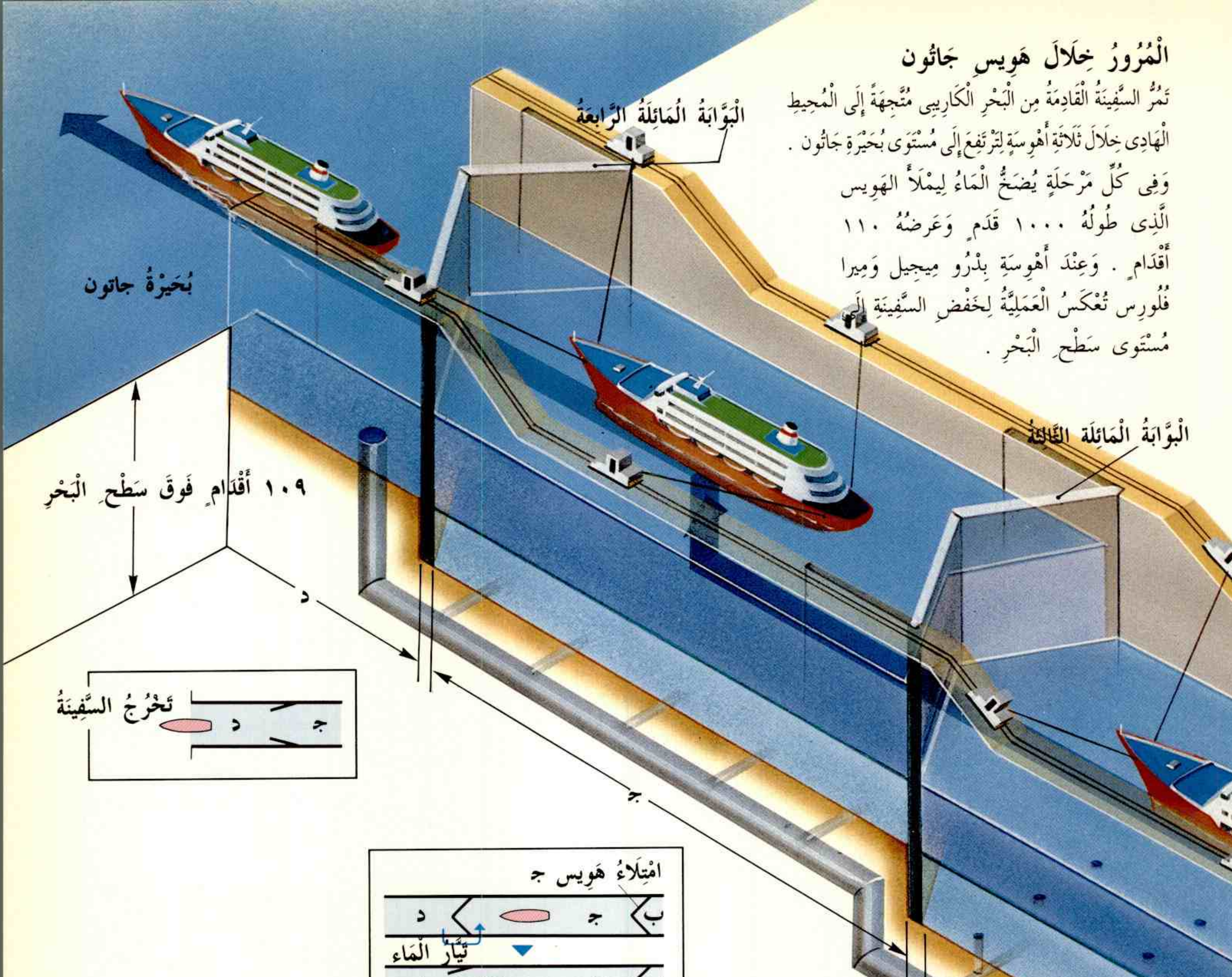
تُفْتَحُ الْبَوَّابَةُ ، وَتَتَحَرَّكُ السَّفِينَةُ



تَدْخُلُ السَّفِينَةُ ، وَتُغْلَقُ الْبَوَّابَةُ

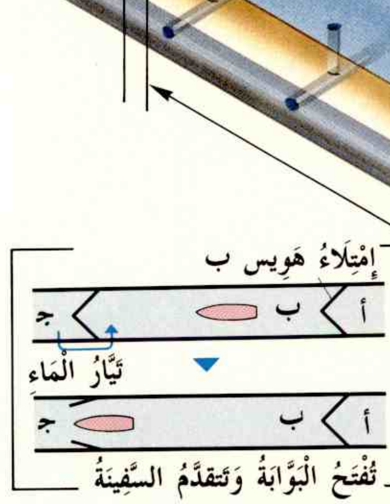
الْمُرُورُ خِلَالَ هَوِيسِ جَاتُون

تَمُرُّ السَّفِينَةُ الْقَادِمَةُ مِنَ الْبَحْرِ الْكَارِيبِي مُتَّجِهَةً إِلَى الْمُحِيطِ الْهَادِي خِلَالَ ثَلَاثَةِ أَهْوِسَةٍ لِتَرْتَفِعَ إِلَى مُسْتَوَى بُحَيْرَةِ جَاتُون . وَفِي كُلِّ مَرْحَلَةٍ يُضَخُّ الْمَاءُ لِيَمْلَأَ الْهَوِيس الَّذِي طُولُهُ ١٠٠٠ قَدَمٍ وَعَرْضُهُ ١١٠ أَقْدَامٍ . وَعِنْدَ أَهْوِسَةِ بِدْرُو مِيجِيل وَمِيرا فُلُورِس تُعْكَسُ الْعَمَلِيَّةُ لِخَفْضِ السَّفِينَةِ إِلَى مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ .



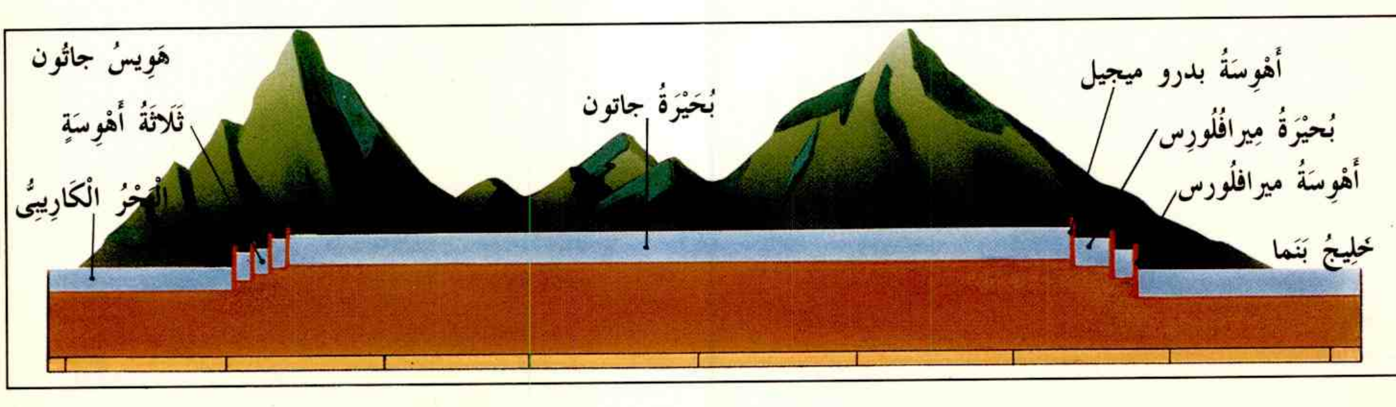
اخْتِصَارُ ٧٨٠٠ مِيلٍ

قَنَاةُ بَنَما تَخْتَرِقُ بَنَما باتجاهِ الجنوب الشرقيّ وَيَبْلُغُ طُولُهَا ٥١ مِيلًا . وَتَسْتَغْرِقُ السُّفُنُ حَوَالَى ٨ سَاعَاتٍ لِتَعْبُرَ الْقَنَاةَ بِأَكْمَلِهَا .









كَيْفَ يَعْمَلُ الْهِيدْرُوفويل (زَوْرَقُ السَّطْحِ الانسِيابى) ؟

عِنْدَمَا تَبْلُغُ السُّفُنُ الْعَادِيَّةُ سُرْعَتَهَا الْقُصْوَى ، تَزْدَادُ مُقَاوَمَةُ الْأَمْوَاجِ وَالِاحْتِكَاكُ بِالْمَاءِ الَّذِى يَشُقُّهُ جِسْمُ السَّفِينَةِ وَتُؤَثِّر عَلَيهِ . وَلِلتَّغَلُّبِ عَلَيهَا ، يَسْتَعِير الْهِيدْرُوفويل بَعْضَ الخواصِّ الديناميكية الْهَوَائِيةِ مِن الطَّائِرَةِ .

تُدِيرُ الْمحرِّكَاتُ التُّورْبِينِيَّةُ مِضَخَّاتٍ كَبِيرَةً نَافِثَةً لِلْمَاءِ تَدْفَعُ الْقَارِبَ إِلَى الْأَمَامِ . وَعِنْدَ سُرْعَةٍ حَوَالَى ٣٠ مِيلًا / ساعة ، يُرْفَعُ جِسْمُ الْقَارِبِ خَارِجَ الْمَاءِ بِفُرُوقِ الضَّغْطِ الَّتِى تُحْدِثُهَا الرَّقَائِقُ فَتَقِلُّ الْمُقَاوَمَةُ . وَأَقْصَى سُرْعَةٍ لَهُ ٦٠ مِيلًا / ساعة .

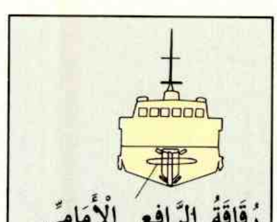
وَلِحِفْظِ تَوَازُنِ الْقَارِبِ وَقُدْرَتِهِ عَلَى الْمُنَاوَرَةِ ، يُزَوَّدُ بِقَلَّابَاتٍ إِضَافِيَّةٍ تتحرك بحَاسِبٍ آلِيٍّ وَتُؤَثِّرُ عَلى الرَّقَائِقِ الْأَمَامِيَّةِ وَالْخَلْفِيَّةِ . وَتَقِيسُ الْمُجَسَّاتُ وَضْعَ الْجِسْمِ فَوْقَ الْمَاءِ ، وتَقِيسُ الْجِيرُوسكوبات الْمَيلَ مِن الْأَمَامِ إِلَى الْخلفِ ، وَمِنْ جَانِبٍ إِلَى آخرَ . وَتُغَذِّى هَذِهِ الْمعَلُومَاتُ حَاسِبًا آلِيًّا يَضْبِطُ الْمَرْكَبَةَ تِلْقَائِيًّا . وَبِإِدَارَةِ نَافِثَاتِ الْمِيَاهِ إِلَى أَسْفَلَ أو إِلَى الْجَانِبِ يُبْطِئُ الْقَارِبُ أَوْ يَنْحرِفُ .




مِضَخَّاتٌ قَوِيَّةٌ تَدْفَعُ الهيدروفويل إِلَى الْأَمَامِ

التَّحَرُّكُ فِى الْمِيَاهِ الضَّحْلَةِ

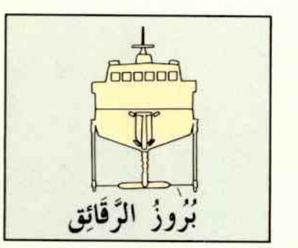
اخْتَرَعَ الْهِيدْرُوفويل مُهَنْدِسٌ إِيطَالِىٌّ عَامَ ١٩٠٥ ، وَهُوَ يَطْفُو بِسُرْعَاتٍ مُنْخَفِضَةٍ . وَفِى الْمِيَاهِ الضَّحْلَةِ ، يَجْذِبُ الْقَائِدُ الرَّقَائِقَ وَقَوَائِمَ الضَّغْطِ الْخَلْفِيَّةَ ، وَيرْفَعُ الرُّقَاقَةَ الْأَمَامِيَّةَ .

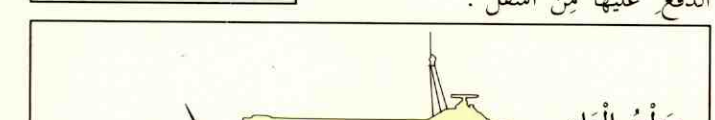




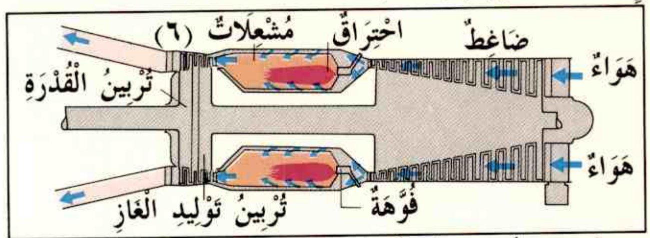
التَّحَرُّكُ بِسُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ

يَتِمُّ إِنْزَالُ الرَّقَائِقِ فِى الْمِيَاهِ الْعَمِيقَةِ . وَمَعَ زِيَادَةِ السُّرْعَةِ ، يُصْبِحُ وَزْنُ الْقَارِبِ كُلِّهِ تَقْرِيبًا مُحَمَّلًا عَلَى الرَّقَائِقِ الَّتِى تَرْتَفِعُ إِلَى سَطْحِ الْمَاءِ بِتَأْثِيرِ قُوَّةِ الدَّفْعِ عَلَيْهَا مِنْ أَسْفَلَ .





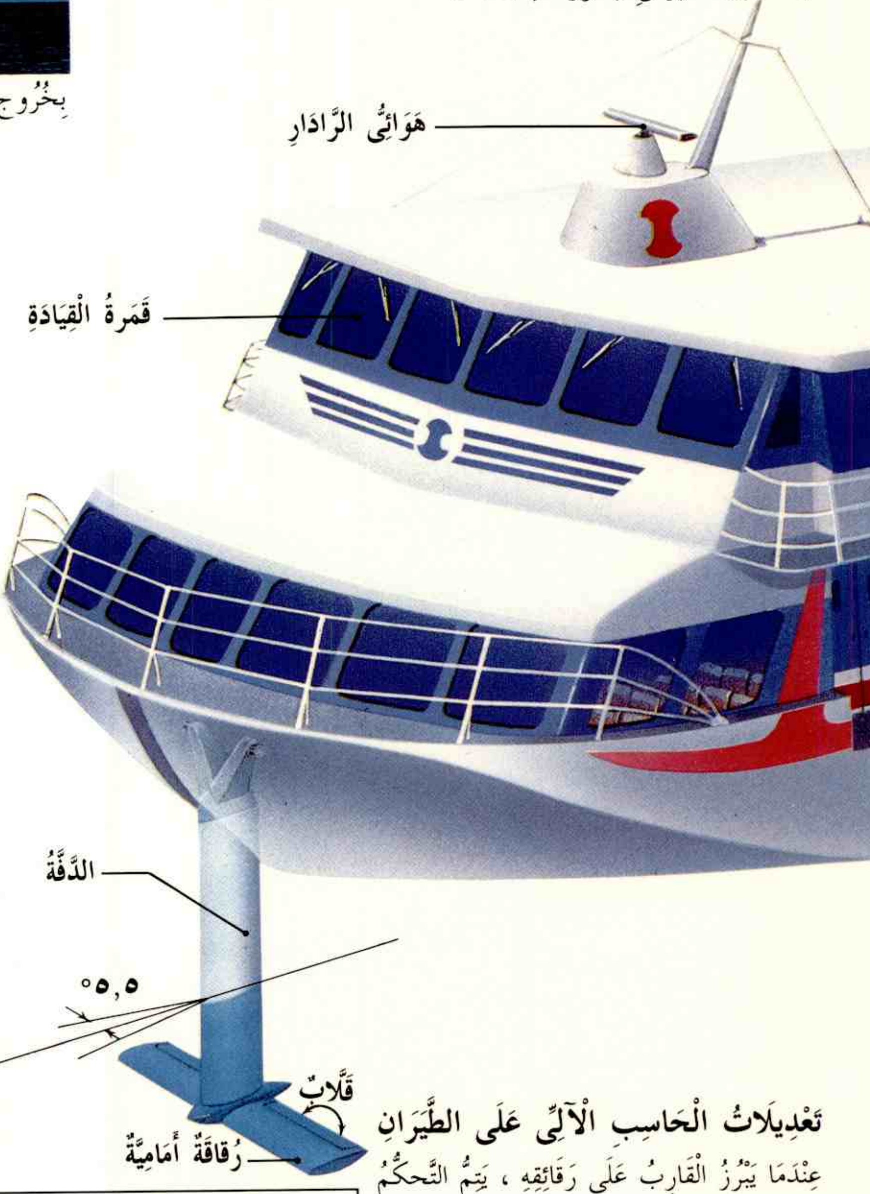
إِعْطَاءُ الْقُدْرَةِ لِلْمِضَخَّةِ

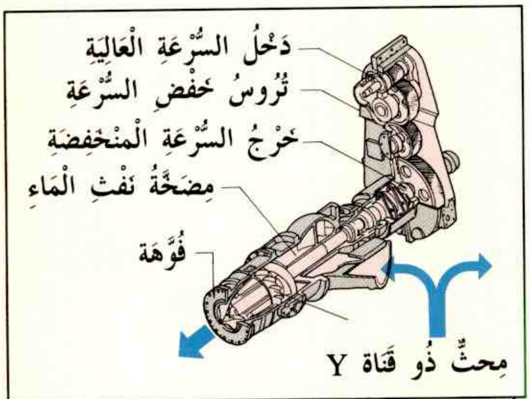


يَمْتَصُّ ضَاغِطٌ مِحْوَرِيٌّ الْهَوَاءَ إِلَى التُّرْبِين عِنْدَمَا يَحْتَرِقُ زَيْتُ الدِّيزِل فِى سِتِّ مُشْعِلَاتٍ . وَتَنْتَقِلُ الْقُدْرَةُ مِن التُّرْبِينِ بِوَاسِطَةِ الْعَمُودِ وَصُنْدُوقِ التُّرُوسِ لِتَدُورَ الْمِضَخَّةُ .



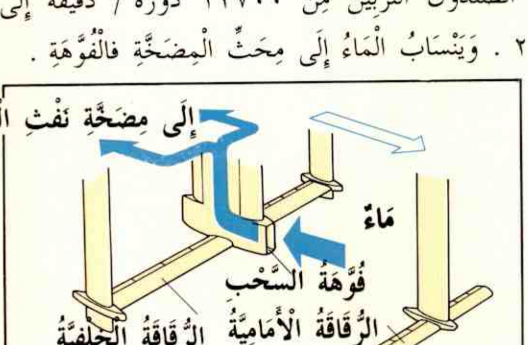
بِخُرُوجِ قَوَائِمِ الضَّغْطِ ، يَطِيرُ الهيدروفويل فَوْقَ سَطْحِ الْمَاءِ .





صُنْدُوقُ التُّرُوسِ مَعَ الْمِضَخَّةِ يُعَادِلَانِ الدَّفْعَ

يُبْطِئُ الصنْدُوقُ التُّرْبِينَ مِنْ ١٢٧٠٠ دورة / دقيقة إِلَى ٢٠٠٠ . وَيَنْسَابُ الْمَاءُ إِلَى مِحَثِّ الْمِضَخَّةِ فَالْفُوَّهَةِ .



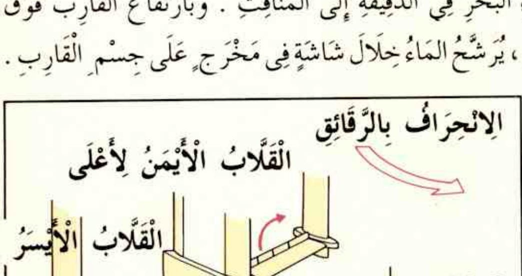
فُوَّهَاتُ السَّحْبِ فِى الْقَوَائِمِ الْمَغْمُورَةِ تَسْحَبُ ٢٤٠٠٠ جَالُونٍ مِنْ مَاءِ الْبَحْرِ فِي الدَّقِيقَةِ إِلَى الْمَنَافِثِ . وبارْتفاع القَارِب فَوْقَ الرَّقَائِق ، يُرَشُّ الْمَاءُ خِلَالَ شَاشَةٍ فِى مَخْرَجٍ عَلَى جِسْمِ الْقَارِبِ .

تَعْدِيلَاتُ الْحَاسِبِ الْآلِىِّ عَلَى الطَّيَرَانِ

عِنْدَمَا يَبْرُزُ الْقَارِبُ عَلَى رَقَائِقِهِ ، يَتِمُّ التَّحَكُّمُ فِيهِ مِثْلَ الطَّائِرَةِ مِنْ قَمْرَةِ الْقِيَادَةِ . فَيُعَدِّلُ الْحَاسِبُ الْجُنَيْحَاتِ عَلَى الرَّقَائِقِ لِيَزِيدَ أَوْ يُقَلِّلَ الرَّفْعَ ، وَيُدِيرُ قَوَائِمَ الضَّغْطِ الْأَمَامِيَّةَ لِيُغَيِّرَ الِاتِّجَاهَ . وَأَثْنَاءَ الطَّفْوِ ، يَنْحرِفُ الْقَارِبُ بِتَوْجِيهِ فُوَّهَاتِهِ يَمِينًا أَوْ يَسَارًا وَبِذَلِكَ يُغَيِّرُ اتِّجَاهَ الدَّفْعِ . وَالتَّحَكُّمُ الدَّقِيقُ فِى دَفَّاعِ الْمَيْلِ يَسْمَحُ بِالحَرَكَةِ الْجَانِبِيَّةِ بَيْنَمَا يَقْتَرِبُ الْقَارِبُ أَوْ يُغَادِرُ الرَّصِيفَ .



دَفَّاعُ الْمَيْلِ لِلِانْحِرَافَاتِ الضَّيِّقَةِ ، وَالْفُوَّهَاتُ لِلِانْحِرَافَاتِ الْوَاسِعَةِ .



قَائِمُ الضَّغْطِ الْأَمَامِىُّ يَتَّجِهُ إِلَى الْيَمِينِ قَلِيلًا

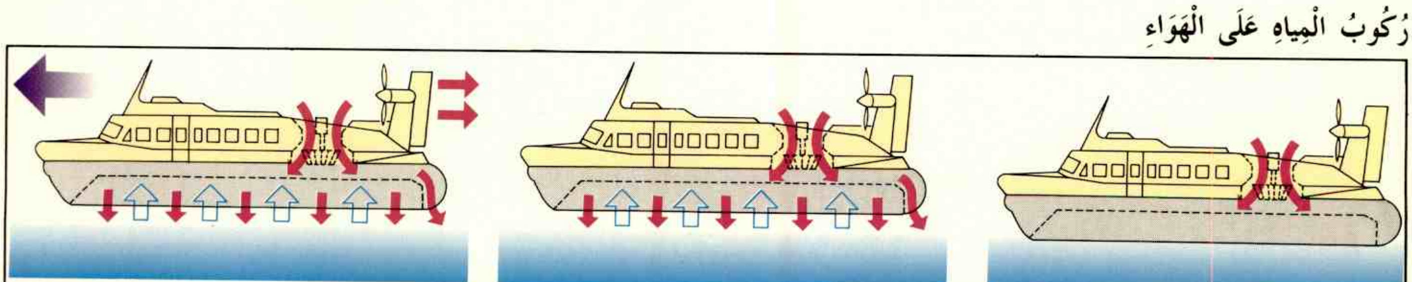
مَا هِىَ الْحوَّامَةُ (الهُوفرْكرِافْت) ؟

تَقنيًّا ، لَا تُعْتبَرُ الْحوَّامَةُ سَفِينةً وَلكِنَّهَا مَرْكَبَةٌ عَلَى وِسَادَةٍ هَوَائِيَّةٍ . وَفِى فَتْرَةِ رَاحتِهَا ، تَطْفُو فَوْقَ الْمَاءِ ، وَعِنْدَ حَرَكتِهَا تَطفُو عَلَى وِسَادَةٍ مِن الْهَوَاءِ قَدْ يَبْلُغُ سُمْكُهَا ٥ أَقْدَامٍ بَيْنمَا يَمُرُّ بِخِفَّةٍ عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ جِذْعُهَا السُّفْلِىُّ المطَّاطِىُّ المُنْتَفِخُ وَالمتدَلِّى . وَتَدُورُ المَرَاوِحُ الْموْجُودَةُ أَسْفَلَ الْجذْعِ السُّفْلِىِّ بِقُوَّةٍ فِى مُوَاجَهَةِ سَطْحِ الْمَاءِ لِتُحْدِثَ الْوِسَادَةَ الْهَوَائِيَّةَ ، بَيْنَمَا تَقُومُ الرَّفَاصَاتُ عَلَى ظَهْرِ الْحوَّامَةِ بِدَفْعِهَا إِلَى الْأَمَامِ . وَتَسْتَمِدُّ المَرَاوِحُ وَالرَّفَّاصَاتُ قُدْرَتَهَا مِنْ مُحرِّكَاتِ التُّرْبِينِ الْغَازِى .

وَيُمكِنُ أَنْ تَتَحرَّكَ الْحوَّامَةُ عَلَى الْيَابِسَةِ أَيْضًا ، وَلَكِنَّهَا انْتَشرَتْ كَمعَابِرَ بَحْرِيَّةٍ . وَأَقْصَى سُرْعَةٍ تَصِلُ إِلَيْهَا هِى ٧٥ مِيلًا / ساعة ، وَهُوَ يُعَادِلُ ضِعْفَ سُرْعَةِ أَسْرَعِ سَفِينَةٍ . وَلكِنَّ الْحوَّامَةَ لَيْسَتْ ثَابِتَةً تمامًا لِمُوَاجَهَةِ الْأَمْوَاجِ الْعَاتِيَةِ وَالرِّيَاحِ الْقَوِيَّةِ .



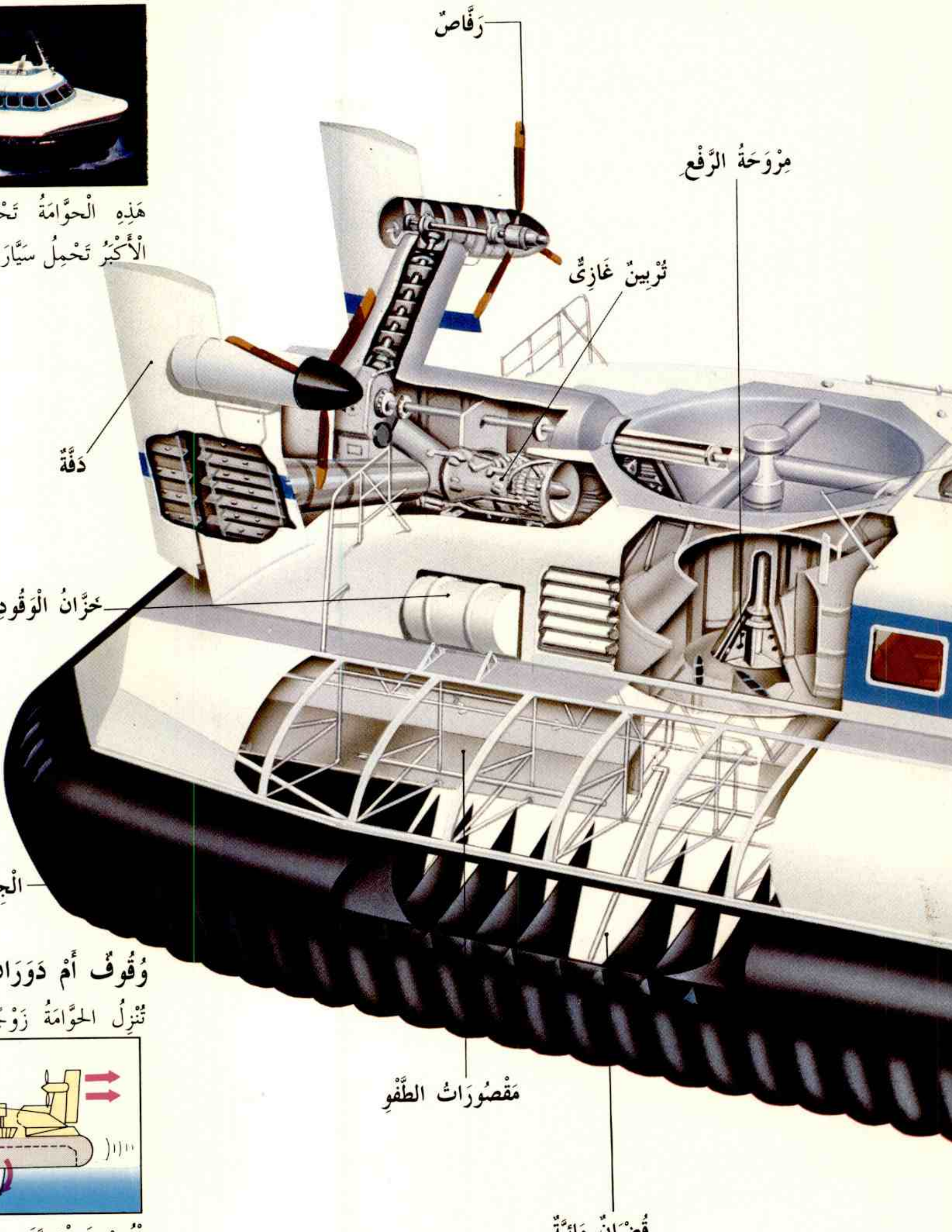
رُكُوبُ الْمِيَاهِ عَلَى الْهَوَاءِ



الْهَوَاءُ الَّذِى تَسْحَبُهُ مَرَاوِحُ الرَّفْعِ يُدْفَعُ نَحوَ الْمَاءِ وَيُحجَزُ بِوَاسِطَةِ الْجِذْعِ السُّفْلِىِّ الْقَابِلِ لِلنَّفْخِ .

وِسَادَةُ الْهَوَاءِ الْمضْغُوطِ تَرْفَعُ الْحوَّامَةَ ، وَتَتْرُكُ فَقطْ حَافَةَ الْجِذْعِ السُّفْلِىِّ الْمُنْتَفِخِ لِتُلامِسَ الْمَاءَ .

الدَّفْعُ إِلَى الْخَلْفِ مِنَ الرَّفَّاصَاتِ عِنْدَ مُؤَخِّرَةِ الْحوَّامَةِ ، يَتَحَوَّلُ إِلَى حَرَكَةٍ لِلْحوَّامَةِ إِلَى الْأَمَامِ .

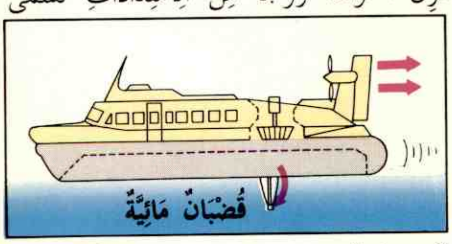




هَذِهِ الْحَوَّامَةُ تَحْمِلُ رُكَّابًا . وَالْحَوَّامَاتُ الْأَكْبَرُ تَحْمِلُ سَيَّارَاتٍ أَوْ أَطْنَانًا مِن الْبَضَائِعِ .

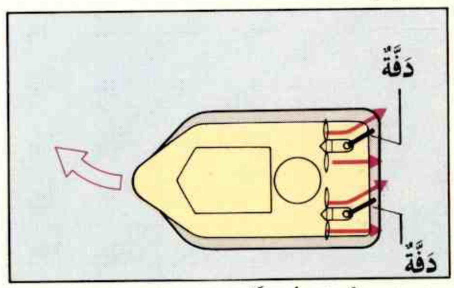
وُقُوفٌ أَمْ دَوَرَان

تُنْزِلُ الحَوَّامَةُ زَوْجًا مِن الِامْتِدَادَاتِ تُسَمَّى

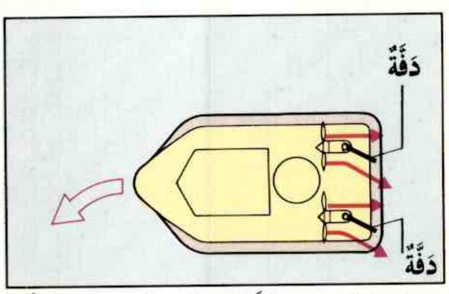


الْقُضْبَانَ الْمَائِيَّةَ . وَهِى تُسَاعِدُ فِى الْمُنَاوَرَاتِ الْمُحْكَمَةِ أَو الْمُفَاجِئَة .

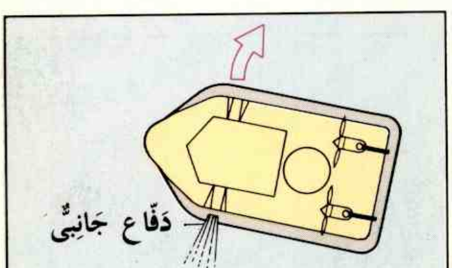
الِانْحِرَافُ



تَدُورُ الْحَوَّامَةُ أَثْنَاءَ حَرَكَتِهَا بِوَاسِطَةِ دَفَّاتِهَا . فَتَتَحَرَّكُ الْمُقَدِّمَةُ يَسَارًا إِذَا وُجِّهَت الدَّفَّاتُ إِلَى الْيَسَارِ .



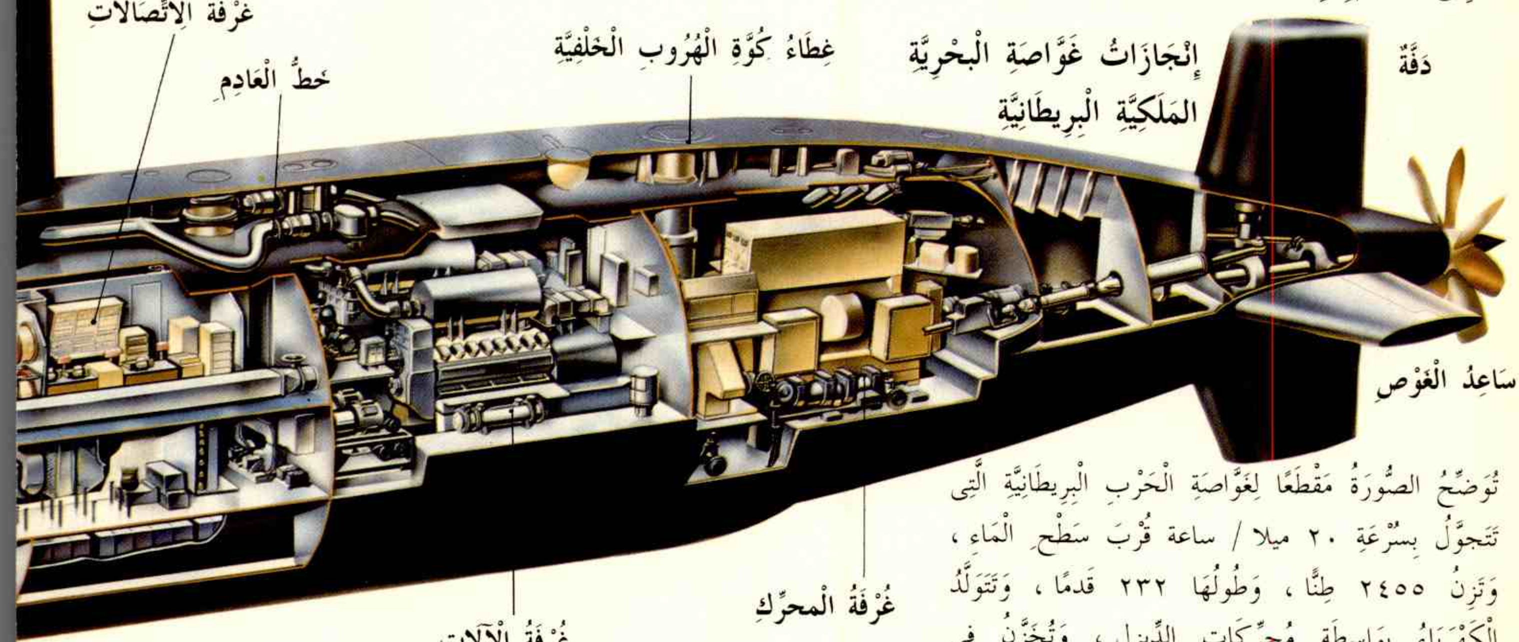
وَإِذَا وُجِّهَت الدَّفَّاتُ إِلَى اليَمِينِ ، فَإِنَّ الْحَوَّامَةَ تَنْحَرِفُ إِلَى الْيَمِينِ .



تُوقِفُ الدَّفَّاعَاتُ الْجَانِبِيَّةُ الِانْحِرَافَ الْجَانِبِىَّ أَو الِانْعِرَاجَ . وَأَعْلَى ، فَإِنَّ دَفَّاعَاتِ الْمَيْمَنَةِ الْجَانِبِيَّةَ تَحْرِفُ الْمُقَدِّمَةَ جِهَةَ الْيَسَارِ .

كَيفَ تغُوصُ الْغَوَّاصَاتُ؟ وَكَيْفَ تَبْرُزُ إلَى السَّطْحِ؟

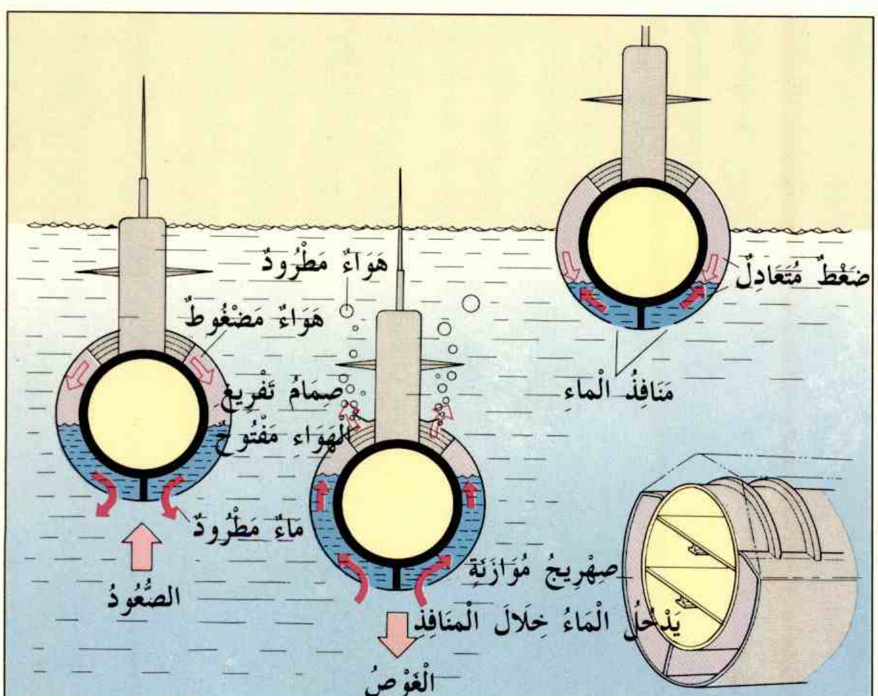
رَغمَ أَنَّ الْغَوَّاصَاتِ تَطْفُو بِسُهُولَةٍ ، إِلَّا أَنَّهَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَغُوصَ حَتَّى قَاعِ الْمُحِيطِ وَتَتَجوَّلُ هُنَاكَ – فِى بَعْضِ الْحالَاتِ – لِعدَّةِ شُهُورٍ أَحْيَانًا . وَيَكْمُنُ السِّرُّ فِى ذَلِكَ فِى جِذْعِهَا الْفَرِيدِ الْمزْدَوجِ التَّرْكِيبِ . فَالْمَقْصُورَاتُ الْخَاصَّةُ أَوْ صَهَارِيجُ الْمُوَازَنَةِ الْمَوجُودَةُ بَيْنَ جِذْعَيْهَا الْخَارِجِى وَالدَّاخِلِى يُمْكِنُ مَلْؤُهَا بِمَاءِ الْبَحْرِ فَيَزْدَادُ الْوَزْنُ الْكُلِّى لِلْغَوَّاصَةِ ، وَتَقِلُّ قُدْرَتُهَا عَلَى الطَّفْوِ . وَإِذَا دُفِعَتْ إِلَى الْأَمَامِ بِالرَّفَّاصَاتِ ، وَوُجِّهَتْ إِلَى أَسْفَلَ بِالدَّفَّاتِ الْأُفُقِيَّةِ الْمُسَمَّاةِ سَوَاعِدَ الْغَوْصِ ، فَإِنَّهَا تَغُوصُ . وَيُصَمَّمُ جِذْعُ الْغَوَّاصَةِ الدَّاخِلِى الْمَصْنُوعُ مِن الصُّلْبِ بِحَيْثُ يَتَحَمَّلُ الضُّغُوطَ الْهَائِلَةَ الَّتِى تَتَزَايَدُ بِتَزَايُدِ عُمْقِهَا . وَبِمُجَرَّدِ أَنْ تَغُوصَ ، فَإِنَّهَا تَظَلُّ مُتَّزِنَةً بِوَاسِطَةِ صَهَارِيجِ الْمُوَازَنَةِ عَلَى طُولِ جِسْمِهَا . وَلِتَبْرُزَ إِلَى السَّطْحِ ، فَإِنَّهَا تُفرِغُ أَوْ تُطَهِّرُ صَهَارِيجَ الْمُوَازَنَةِ مِن الْمَاءِ . وَالْأَدَوَاتُ الرَّئِيسِيَّةُ لِإِبْحَارِ الْغَوَّاصَةِ هِى البيروسكوبات وَالرَّادَارُ وَالسُّونَارُ وَشَبَكَاتُ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ.



تُوَضِّحُ الصُّورَةُ مَقْطَعًا لِغَوَّاصَةِ الْحَرْبِ الْبِرِيطَانِيَّةِ الَّتِى تَتَجَوَّلُ بِسُرْعَةِ ٢٠ ميلا / ساعة قُرْبَ سَطْحِ الْمَاءِ ، وَتَزِنُ ٢٤٥٥ طِنًّا ، وَطُولُهَا ٢٣٢ قَدَمًا ، وَتَتَوَلَّدُ الْكَهْرَبَاءُ بِوَاسِطَةِ مُحَرِّكَاتِ الدِّيزِلِ ، وَتُخَزَّنُ فِى بَطَّارِيَّاتٍ ثُمَّ تُعْطِى الْقُدْرَةَ لِلْغَوَّاصَةِ الْغَاطِسَةِ . أَمَّا الْغَوَّاصَاتُ النَّوَوِيَّةُ فَتُسَخِّنُ الْمَاءَ لِإِدَارَةِ تُرْبِينَاتٍ بُخَارِيَّةٍ بِاسْتِخْدَامِ وَقُودٍ ذَرِّىٍّ ذِى نَشَاطٍ إِشْعَاعِىٍّ .

الْغَطْسُ وَاكْتِشَافُ الْأَعْمَاقِ

عِنْدَمَا تَطْفُو الْغَوَّاصَةُ عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ ، يُقَالُ إِنَّهَا فِى حَالَةِ طَفْوٍ مُوجَبٍ ، وَتَكُونُ مُعْظَمُ صَهَارِيجِ الْمُوَازَنَةِ مَمْلُوءَةً بِالْهَوَاءِ (يسار قريب). وَعِنْدَمَا تَغُوصُ (وسط)، تَكُونُ فِى حَالَةِ طَفْوٍ سَالِبٍ لِأَنَّ الْهَوَاءَ يُطْرَدُ خِلَالَ صِمَامَاتِ التَّفْرِيغِ وَيَحِلُّ مَحِلَّهُ الْمَاءُ خِلَالَ مَنَافِذِ الْمَاءِ السُّفْلِيَّةِ . وَلِكَىْ تَتَجَوَّلَ عَلَى عُمْقٍ ثَابِتٍ تَحْتَ سَطْحِ الْمَاءِ ، فَإِنَّهَا تَسْتَخْدِمُ تَقْنِيَةً لِلتَّوَازُنِ حَيْثُ يُدْفَعُ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ دَاخِلَ الصَّهَارِيجِ وَتُتْرَكُ مَنَافِذُ الْمَاءِ مَفْتُوحَةً ، وَيُسَمَّى ذَلِكَ طَفْوًا مُتَعَادِلًا . وَلِكَىْ تَصْعَدَ إِلَى السَّطْحِ (أقصى يسار) تُفَرَّغُ الصَّهَارِيجُ مِنَ الْمِيَاهِ بِاسْتِخْدَامِ الْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ الَّذِى تَحْمِلُهُ الْغَوَّاصَةُ عَلَى مَتْنِهَا .

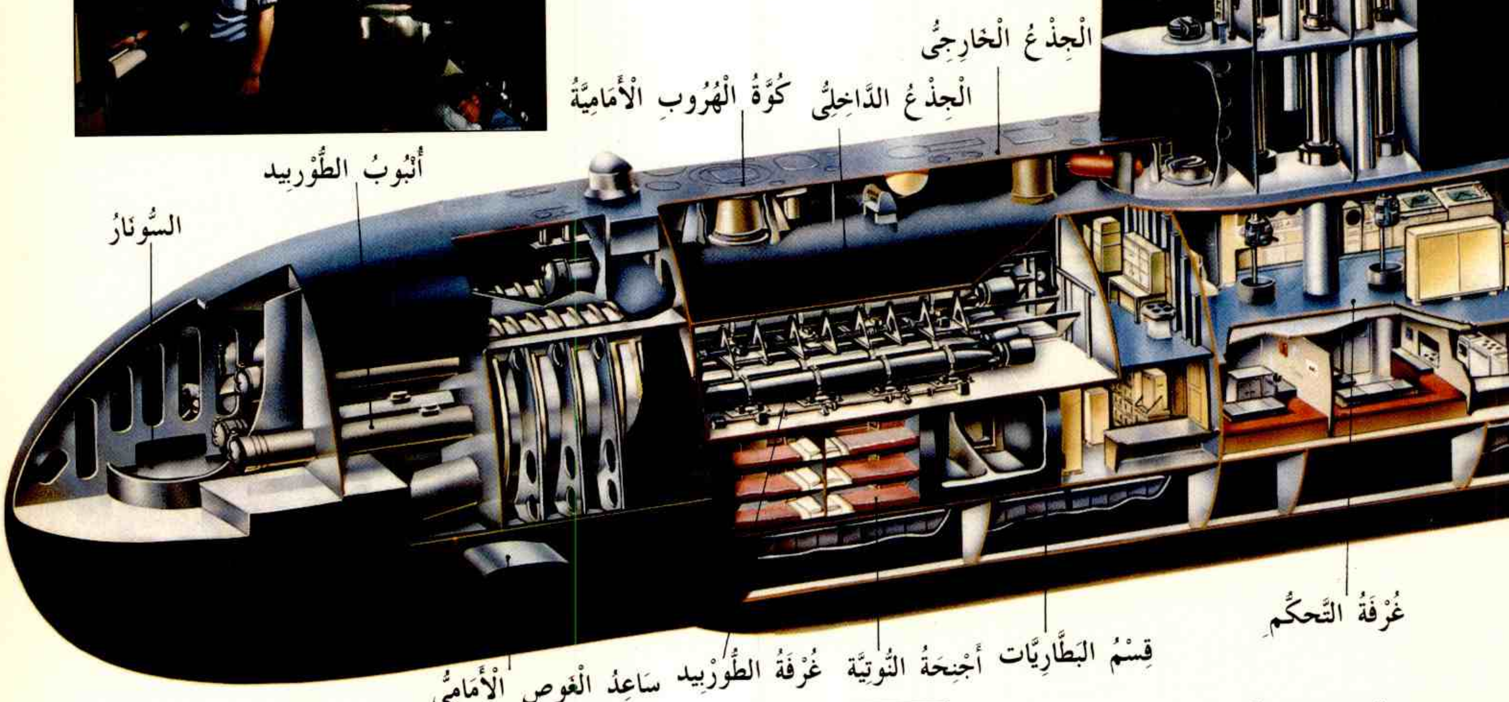








الْمكَانُ غَيرُ فَسِيحٍ دَاخِلَ الْغَوَّاصَةِ . (أعلى) بَحَّارَةٌ يَتَنَاوَلُونَ الطَّعَامَ فِى مَطْعَمِ الْغَوَّاصَةِ . (أعلى يسار) غَوَّاصَةٌ تَصْعَدُ إِلَى السَّطْحِ . (يسار) قَمَرَاتُ النَّوْمِ الضَّيِّقَةُ الَّتِى يَنَامُ فِيهَا الطَّاقَمُ .



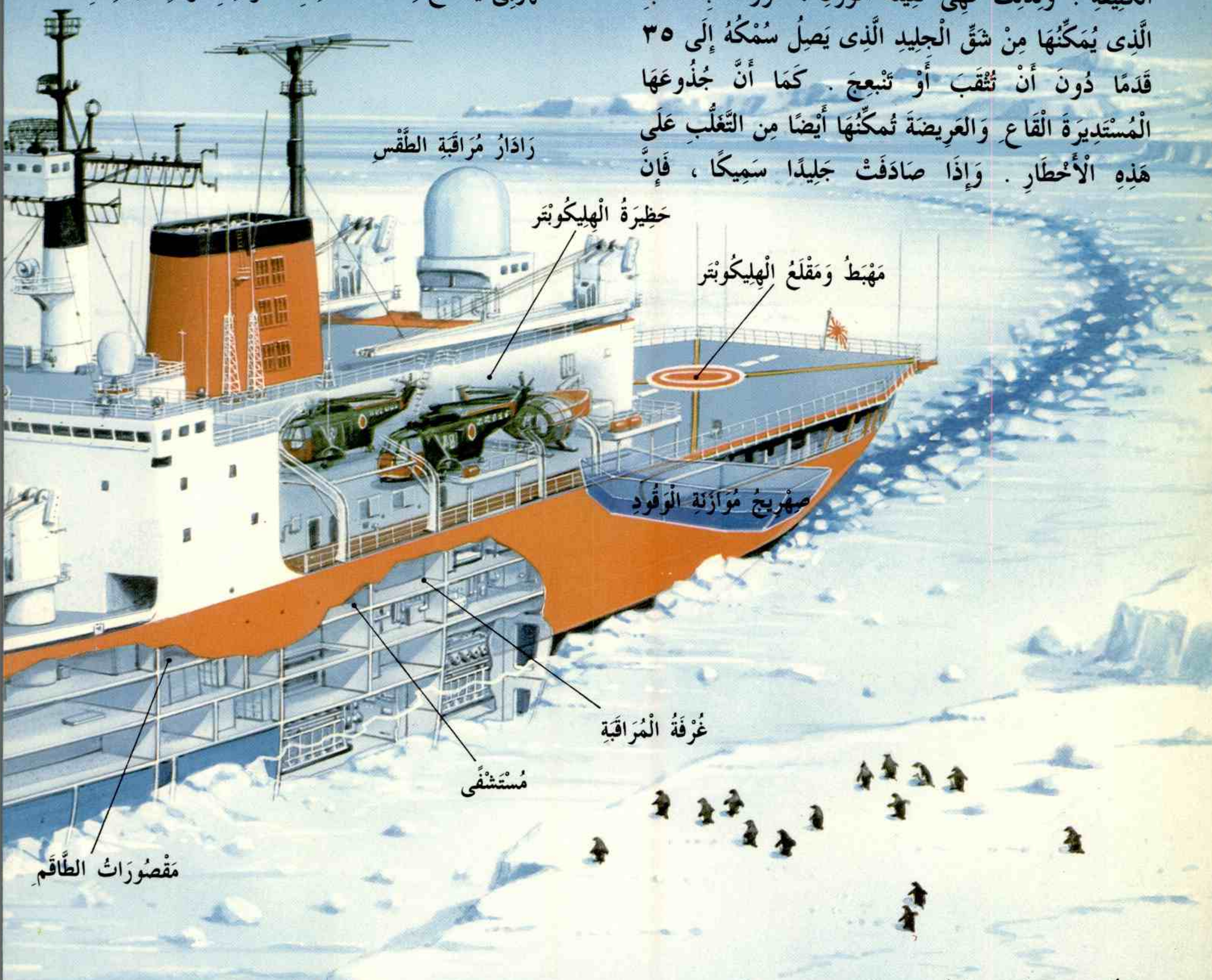
هَوَاءٌ نَقِىٌّ تَحْتَ الْمَاءِ

تَقُومُ مُعْظَمُ الْغَوَّاصَاتِ الْمتطَوِّرَةِ باسْتِخْلَاصِ الماءِ النَّقِى مِنْ مَاءِ الْبَحْرِ . كَمَا تُنْتِجُ أَيْضًا الْهَوَاءَ بِالتَّحليلِ الْكَهْرَبِى لِلْمَاءِ النَّقِىِّ حَيْثُ يُنْتِجُ الْأُكْسُجِين . وَعِنْدَما تَتجوَّلُ قُرْبَ السَّطْحِ ، فَإِنَّهَا تَحْصُلُ عَلَى هَوَائِهَا مِن خِلَالِ أَنَابِيبِ التَّهْوِيَةِ الْمُغَطَّاةِ وَالتِى تُفْتَحُ فَوْقَ مُسْتَوى سَطْحِ الْمَاءِ . وَتُرْفَعُ أَنَابِيبُ التَّهْوِيَةِ مِنْ بُرْجِ الْقِيَادَةِ (يسار) ومَعَهَا الْبِيرُوسْكُوب وَهَوَائِىِّ الرَّادْيُو وغيرُها . وَيُرَاجَعُ الْهَوَاءُ يَوْمِيًّا لِلتَّأَكُّدِ مِنْ كِفَايَةِ نِسْبَةِ الْأُكْسُجِين . وَيُمرَّرُ الْهَوَاءُ خِلَالَ جِهَازِ غَسِيلٍ لِإِزَالَةِ الشَّوَائِبِ . وَتَخْرُجُ الْعَوَادِمُ خِلَالَ أَنَابِيبَ خَاصَّةٍ .



كَيْفَ تُبْنَى مُحَطِّمَاتُ الْجَلِيدِ؟

تُصَمَّمُ مُعْظَمُ السُّفُنِ بِجُذُوعٍ عَلَى شَكْلِ ٧ ذَاتِ ظُهُورٍ ضَيِّقَةٍ ، وَمُقَدِّمَاتٍ رَأْسِيَّةٍ تَقْرِيبًا ، وَتُدَارُ رَفَّاصَاتُهَا بِوَاسِطَةِ الْمحَرِّكِ مُبَاشَرَةً . وَلَكِنَّ مُحَطِّمَاتِ الْجَلِيدِ مُصَمَّمَةٌ لِلتَّكَيُّفِ عَلَى الْإِبْحَارِ فِى الْبِحَارِ الَّتِى تَتَحَرَّكُ فِيهَا الْأَطْوَافُ الْجَلِيدِيَّةُ الضَّخْمَةُ وَالْمَسْدُودَةُ بِطَبَقَاتِ الْجَلِيدِ الْكَثِيفَةِ . وَلِذَلِكَ فَهِىَ ثَقِيلَةُ الْوَزْنِ ، مُزَوَّدَةٌ بِالصُّلْبِ الَّذِى يُمَكِّنُهَا مِنْ شَقِّ الْجَلِيدِ الَّذِى يَصِلُ سُمْكُهُ إِلَى ٣٥ قَدَمًا دُونَ أَنْ تُثْقَبَ أَوْ تَنْبَعِجَ . كَمَا أَنَّ جُذُوعَهَا الْمُسْتَدِيرَةَ الْقَاعِ وَالْعَرِيضَةَ تُمَكِّنُهَا أَيْضًا مِنَ التَّغَلُّبِ عَلَى هَذِهِ الْأَخْطَارِ . وَإِذَا صَادَفَتْ جَلِيدًا سَمِيكًا ، فَإِنَّ مُحَرِّكَاتِهَا الْقَوِيَّةَ تَرْفَعُ مُقَدِّمَتَهَا الضَّخْمَةَ الَّتِى عَلَى شَكْلِ مِلْعَقَةٍ إِلَى أَعْلَى ثُمَّ تَدْفَعُهَا فِى الْجَلِيدِ ، وَيَكُونُ هَذَا كَافِيًا لِإِحْدَاثِ ثُغْرَةٍ فِى الْجَلِيدِ بِسَبَبِ وَزْنِهَا الْكَبِيرِ . وَتَتَوَلَّدُ الْقُدْرَةُ اللَّازِمَةُ لِهَذِهِ الْمُنَاوَرَةِ مِنَ الرَّفَّاصِ الْمَحْفُوظِ جَيِّدًا تَحْتَ الْجِذْعِ وَالَّذِى يَدُورُ بِطَرِيقَةٍ غَيْرِ مُبَاشِرَةٍ مِنْ مُحَرِّكٍ كَهْرَبِىٍّ يَسْمَحُ لِلْمُحَطِّمَاتِ بِالتَّحَرُّكِ بِسُرْعَةٍ بَطِيئَةٍ جِدًّا .



خُطَطٌ لِفَتْحِ مَمَرَّاتٍ بَحْرِيَّةٍ

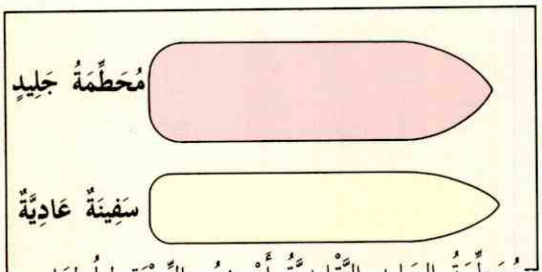
يُسْنَدُ إِلَى مُحَطِّمَاتِ الْجَلِيدِ مُهِمَّةُ فَتْحِ وَصِيَانَةِ الْمَمَرَّاتِ إِلَى حُقُولِ النِّفْطِ بِالْقُطْبِ الشَّمَالِىِّ ، وَإِلَى الْمَرَاكِزِ الْعِلْمِيَّةِ وَالْعَسْكَرِيَّةِ الْمَعْزُولَةِ ، وَإِلَى الْمَوَانِئِ الشَّمَالِيَّةِ الاسْتِرَاتِيجِيَّةِ . وَيَنْهَارُ الْجَلِيدُ الرَّقِيقُ بِمُجَرَّدِ انْدِفَاعِ هَذِهِ الْكَاسِحَاتِ الثَّقِيلَةِ عَلَيْهِ إِلَى الْأَمَامِ . وَلَكِنْ عِنْدَمَا تَحْصُرُهُ الْأَطْوَافُ الْجَلِيدِيَّةُ أَوْ يُرَادُ مَدُّ الْفُتْحَةِ إِلَى الْأَمَامِ ، فَإِنَّهُ يَهْتَزُّ مِنْ جَانِبٍ لِآخَرَ بِتَحْرِيكِ الْمَاءِ بَيْنَ صَهَارِيجِهِ الْمَائِلَةِ عَلَى طُولِ جِذْعِهِ (يسار) ، وَهَذَا الاهْتِزَازُ يَضْغَطُ وَيُحَطِّمُ أَلْوَاحَ الْجَلِيدِ الْجَانِبِيَّةَ . وَلِبَعْضِ الْمُحَطِّمَاتِ دَفَّاعَاتٌ جَانِبِيَّةٌ مُرَكَّبَةٌ فِى هَيْكَلِهَا لِتُسَاعِدَ الْحَرَكَةَ مِنْ جَانِبٍ إِلَى آخَرَ .

عَمَلِيَّةُ التَّأَرْجُحِ الْجَانِبِىِّ

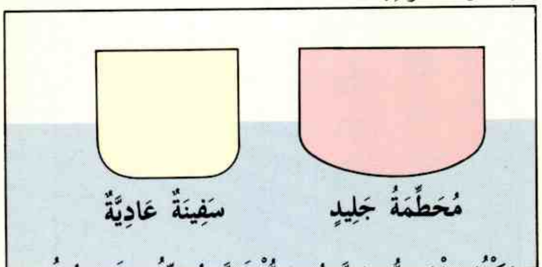


سَفِينَةٌ عَالِيَةُ التَّطَوُّرِ

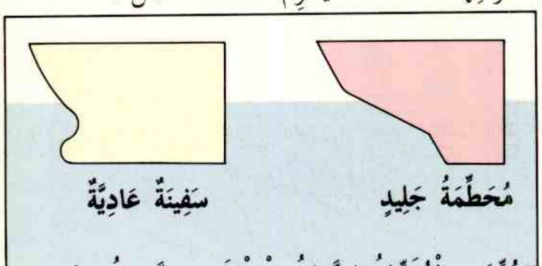
عِنْدَمَا يَجْلِسُ الْقَائِدُ فِى الْجِسْرِ الْمُعَلَّقِ ، فَإِنَّهُ يَرَى أَسْفَلَهُ سَفِينَةً صُنِعَتْ لِتَتَحَمَّلَ قَسْوَةَ الْبِحَارِ الْقُطْبِيَّةِ .



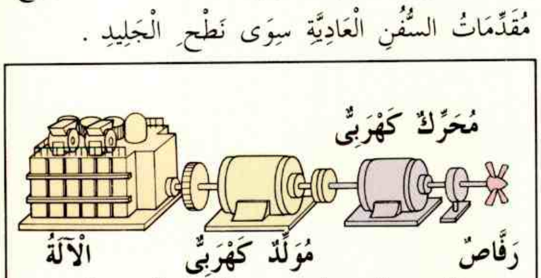
مُحَطِّمَةُ الجَلِيدِ التَّقْلِيدِيَّةُ أَعْرَضُ بِالنِّسْبَةِ لِطُولِهَا مِنَ السَّفِينَةِ العَادِيَّةِ . وَهَذا يَجْعَلُهَا أَكْثَرَ اسْتِقْرَارًا وَيَزِيدُ مِقْدَارَ حُمُولَتِهَا .



شَكْلُهَا الْجَانِبِىُّ الشَّبِيهُ بِالسُّلْطَانِيَّةِ يُسَهِّلُ عَلَيهَا رُكُوبَ أَلْوَاحِ الْجَلِيدِ الَّتِى قَدْ تُوقِعُ السَّفِينَةَ الْعَادِيَّةَ فِى شَرَكِهَا . كَمَا أَنَّهُ يُقَاوِمُ الضَّغْطَ أَفْضَلَ .



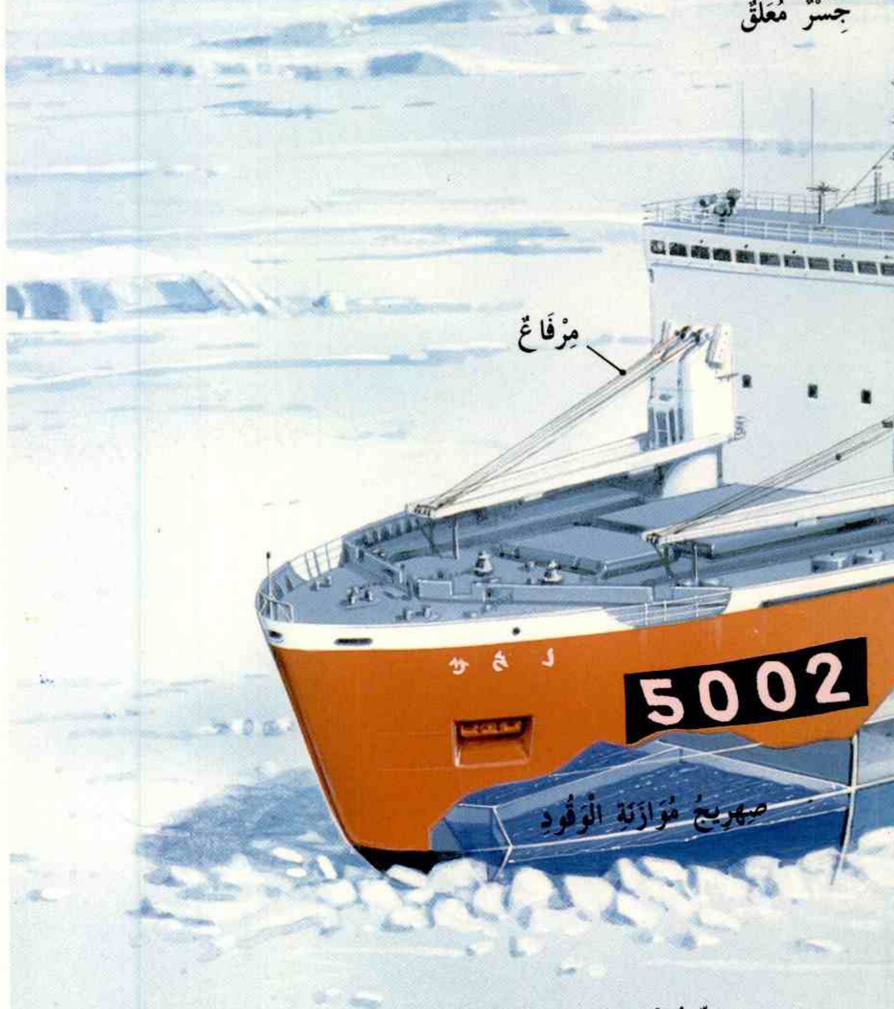
صُمِّمَت الْمُقَدِّمَةُ الشَّبِيهَةُ بِالْمِلْعَقَةِ وَالشَّدِيدَةُ الانْحِدَارِ لِتَنْزَلِقَ عَلَى الْجَلِيدِ الْكَثِيفِ ، بَيْنَمَا لَا تَسْتَطِيعُ مُقَدِّمَاتُ السُّفُنِ الْعَادِيَّةِ سِوَى نَطْحِ الْجَلِيدِ .



تُدِيرُ آلَةُ مُحَطِّمَةِ الْجَلِيدِ مُوَلِّدًا يُغَذِّى بِالْكَهْرَبَاءِ الْمُحَرِّكَ الَّذِى يُدِيرُ الرَّفَّاصَ . وَهَذَا يُوَفِّرُ أَقْصَى تَحَكُّمٍ لِلسُّرْعَةِ .

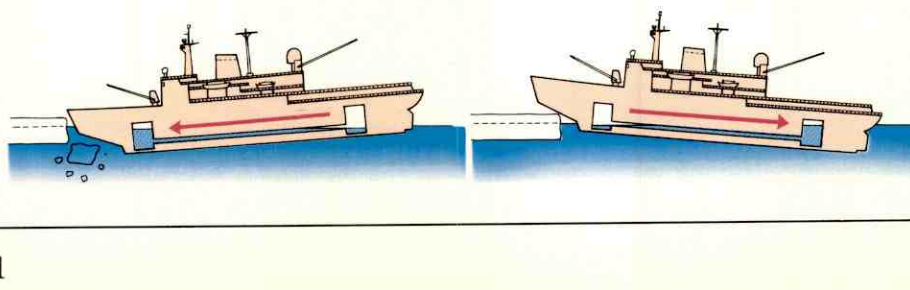


تَسْتَمِدُّ مُحَطِّمَةُ الْجَلِيدِ الْيَابَانِيَّةُ شِيرَاز قُدْرَتَهَا مِنْ ثَلَاثِ آلَاتِ دِيزِلٍ مُتَّصِلَةٍ بِمُوتُورَاتِ رَفَّاصٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتَصِلُ قُدْرَتُهَا الْعُظْمَى إِلَى ٩٠٠٠٠ حِصَانٍ ، وَيَبْلُغُ طُولُ الْمُحَطِّمَةِ ٤٤٠ قَدَمًا .



عِنْدَمَا تُوَاجِهُ مُحَطِّمَةُ الْجَلِيدِ جَلِيدًا كَثِيفًا فَإِنَّهَا تَصْطَدِمُ بِهِ ، وَيَنْتَقِلُ الْوَقُودُ مِنْ صِهْرِيجٍ أَمَامِىٍّ إِلَى صِهْرِيجِ مُوَازَنَةٍ خَلْفِىٍّ (يسار قريب). وَإِذَا كَانَتْ مُقَدِّمَةُ الْمُحَطِّمَةِ قَد اسْتَقَرَّتْ بِإِحْكَامٍ فَوْقَ الْجَلِيدِ ، فَإِنَّ الْمِضَخَّاتِ تَنْقُلُ الْوَقُودَ ثَانِيَةً إِلَى الصِّهْرِيجِ الْأَمَامِىِّ . وَهَذَا الْوَزْنُ الْإِضَافِىُّ يَكُونُ عَادَةً كَافِيًا لِانْهِيَارِ الْجَلِيدِ (أقصى يسار) .

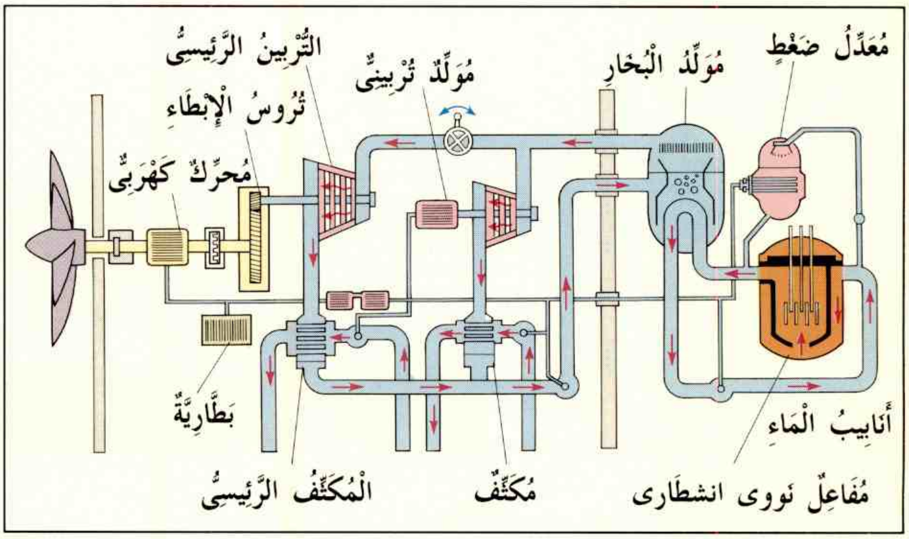
عَمَلِيَّةُ صِهْرِيجِ الْمُوَازَنَةِ



كَيْفَ تَعْمَلُ الْغَوَّاصَةُ النَّوَوِيَّةُ؟

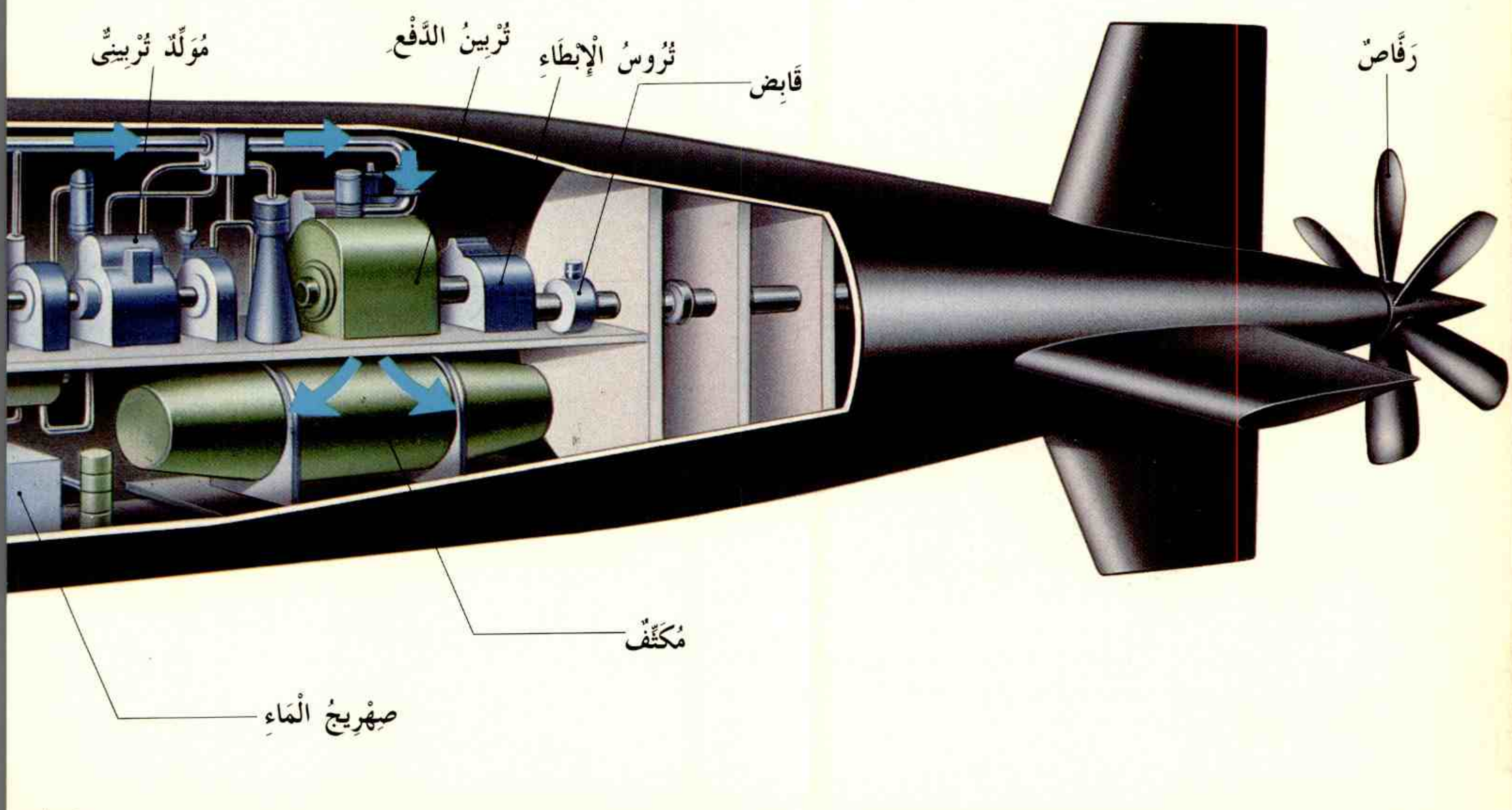
تَسْتَخْدِمُ الْغَوَّاصَاتُ النَّوَوِيَّةُ وَالسُّفُنُ النَّوَوِيَّةُ الْأُخْرَى وَقُودًا ذَا نَشَاطٍ إِشْعَاعِيٍّ ـ الْيُورَانْيُوم غَالِبًا ـ لِتَسْخِينِ الْمَاءِ وَتَحْوِيلِهِ إِلَى بُخَارٍ . وَهَذَا الْبُخَارُ يُدِيرُ مُوَلِّدَاتٍ تُرْبِينِيَّةٍ تُوَلِّدُ الْكَهْرَبَاءَ اللَّازِمَةَ لِأَنْظِمَةِ الدَّفْعِ وَالتَّجْهِيزَاتِ الْأُخْرَى عَلَى ظَهْرِ الْغَوَّاصَةِ .

وَتُنْتِجُ الْمَوَادُّ الْمُشِعَّةُ مِثْلُ الْيُورَانْيُوم الْحَرَارَةَ خِلَالَ عَمَلِيَّةٍ تُسَمَّى الِانْشِطَارَ النَّوَوِيَّ ، يَتِمُّ فِيهَا انْقِسَامُ نَوَاةِ الذَّرَّةِ إِلَى قِسْمَيْنِ وَتَنْطَلِقُ كَمِّيَّاتٌ ضَخْمَةٌ مِنَ الطَّاقَةِ . وَتَحْدُثُ هَذِهِ الظَّاهِرَةُ فِي الْغَوَّاصَةِ مِنْ خِلَالِ مُفَاعِلٍ مُدَرَّعٍ يَجِبُ تَبْرِيدُهُ بِالْمَاءِ بِاسْتِمْرَارٍ لِمَنْعِ زِيَادَةِ التَّسْخِينِ أَوِ الِانْصِهَارِ . وَيُفَضَّلُ اسْتِخْدَامُ الْوَقُودِ النَّوَوِيِّ لِلْغَوَّاصَاتِ الْعَسْكَرِيَّةِ وَحَامِلَاتِ الطَّائِرَاتِ لِكَفَاءَتِهِ الْعَظِيمَةِ . وَيُمْكِنُ أَنْ تَطُوفَ غَوَّاصَةٌ حَوْلَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ سَبْعَ مَرَّاتٍ إِذَا اسْتَخْدَمَتْ قَدْرًا مِنَ الْيُورَانْيُوم فِي حَجْمِ كُرَةِ الْجُولْفِ . وَلَكِنَّ الْقُدْرَةَ النَّوَوِيَّةَ لَهَا مَخَاطِرُهَا أَيْضًا ، لَيْسَ فَقَطْ لِلْبَحَّارَةِ تَحْتَ تَهْدِيدِ التَّفَاعُلَاتِ الْمُفَاجِئَةِ ، وَلَكِنْ أَيْضًا لِلْحَيَاةِ الْبَحْرِيَّةِ الَّتِي قَدْ تَتَسَمَّمُ بِالنُّفَايَاتِ الْمُشِعَّةِ .



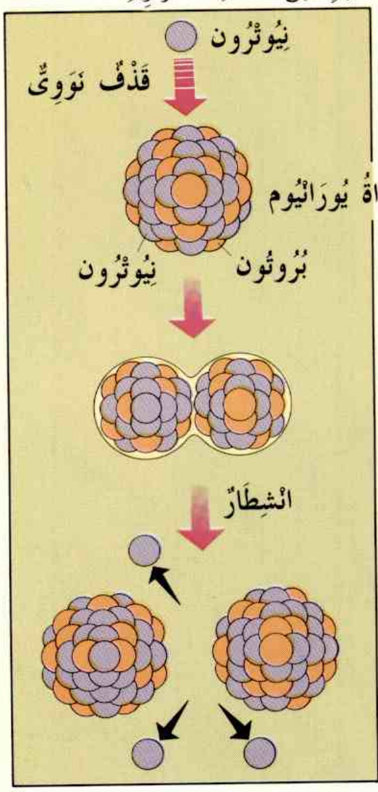
دَاخِلَ الْآلَةِ

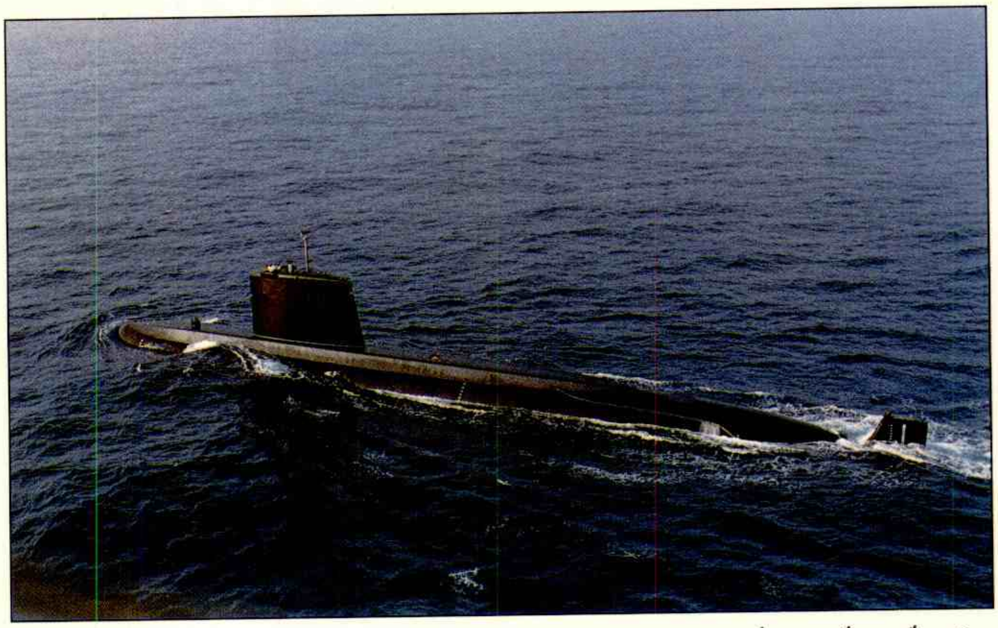
فِي الْمُحَرِّكِ النَّوَوِيِّ الْعَادِيِّ (يمين) يَنْسَابُ الْمَاءُ الْبَارِدُ تَحْتَ ضَغْطٍ إِلَى وِعَاءِ الْمُفَاعِلِ الْمُحْتَوِي عَلَى الْوَقُودِ اللَّازِمِ لِلِانْشِطَارِ . وَيَخْرُجُ مِنَ الْمُفَاعِلِ مَاءٌ سَاخِنٌ يُسْتَخْدَمُ لِتَحْوِيلِ الْمَاءِ إِلَى بُخَارٍ (وَهَذَا الْمَاءُ يُعَادُ تَبْرِيدُهُ ثُمَّ يَمُرُّ ثَانِيًا فِي الْمَفَاعِلِ). وَيُدَوِّرُ الْبُخَارُ عَوَارِضَ مُحَرِّكٍ تُرْبِينِيٍّ . وَتَعْمَلُ تُرُوسُ الْإِبْطَاءِ عَلَى تَحْوِيلِ الدَّوَرَانِ السَّرِيعِ لِلتُّرْبِينِ إِلَى دَوَرَانٍ أَبْطَأَ لِمُحَرِّكِ الدَّفْعِ الْكَهْرَبِيِّ وَالرَّفَّاصِ ، حَيْثُ إِنَّ كُلًّا مِنْهُمَا يَحْتَاجُ إِلَى سُرْعَةِ دَوَرَانٍ أَقَلَّ . وَيُغَذِّي الْمُحَرِّكُ الْبَطَّارِيَّاتِ بِالْكَهْرَبَاءِ أَيْضًا لِلِاسْتِخْدَامِ فِيمَا بَعْدُ .



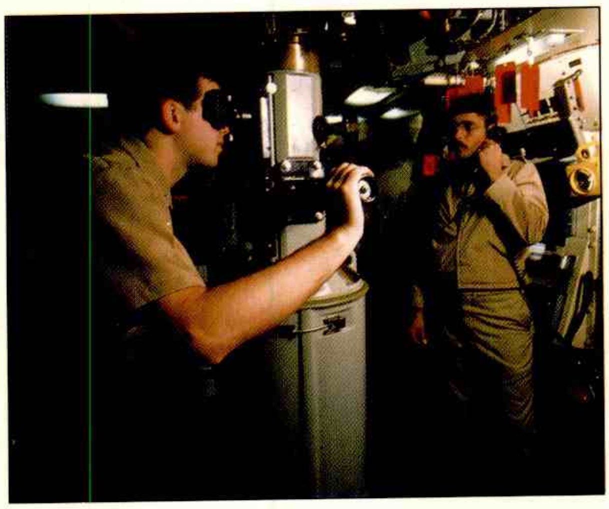
إِحْدَاثُ الِانْشِطَارِ النَّوَوِيِّ

دَاخِلَ الْمُفَاعِلِ النَّوَوِيِّ يَتِمُّ إِحْدَاثُ تَصَادُمٍ لِلنَّـوَاةِ المكَوَّنَـةِ مِـنْ نِيُوتْرُونَاتٍ وَبْرُوتُونَاتٍ بِوَاسِطَـةِ نِيتْرُونٍ حُرٍّ (أسفل). فَتَنْـقَسِمُ النَّوَاةُ ، وَتَتَحَرَّرُ نِيُوتْرُونَاتٌ تَصْدِمُ ذَرَّاتٍ أُخْرَى وَتُسَبِّبُ تَفَـاعُلًا مُتَسَلْسِلًا مِن انْشِطَارِ النَّوَيَاتِ . وَيَنْتُجُ عَنْ ذَلِكَ انْطِلَاقُ كَمِّيَّاتٍ هَائِلَةٍ مِن الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ .

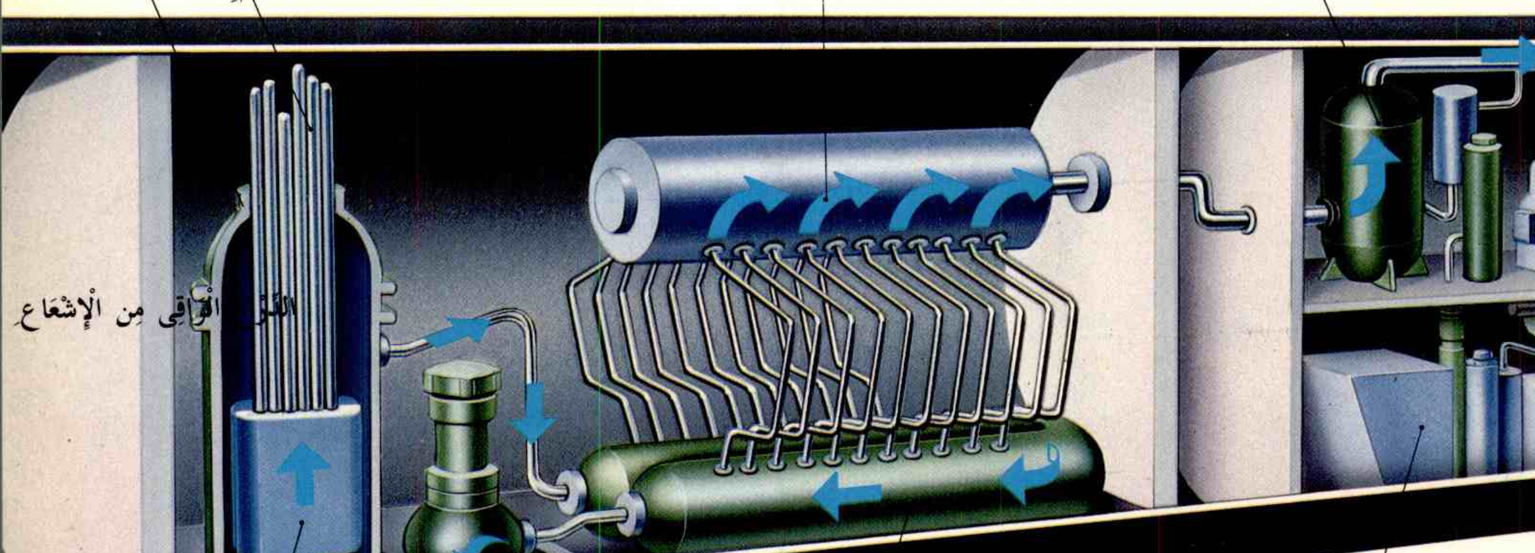




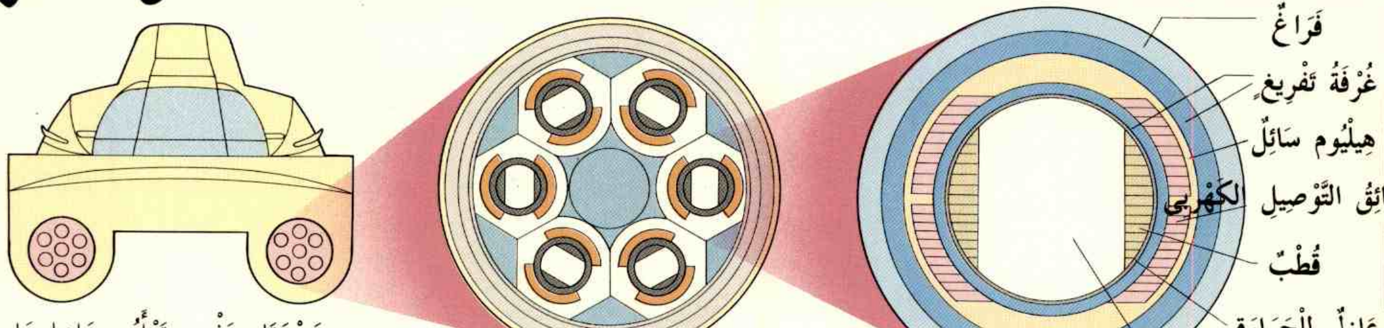
غَوَّاصَةٌ نَوَوِيَّةٌ تُبْحِرُ قُرْبَ السَّاحِلِ عِنْدَ سَطْحِ الْمَاءِ . وَتَحْتَاجُ مِثْلُ هَذِهِ الْغَوَّاصَاتِ إِلَى تَجْدِيدِ وَقُودِهَا مَرَّةً كُلَّ سَنَتَيْنِ أَوْ ثَلَاثٍ .



يُرَاقِبُ الْمُشَغِّلُونَ فِي غُرْفَةِ الْمُرَاقَبَةِ الْمِيَاهَ الْمُحِيطَةَ بِالْغَوَّاصَةِ مِنْ خِلَالِ بِيرُوسْكُوب . وَيُسَاعِدُ فِي الْمِلَاحَةِ أَيْضًا الرَّادَارُ وَالسُّونَارُ وَالرَّادْيُو وَكَامِيرَاتُ الْمَسْحِ الْجَانِبِيِّ .



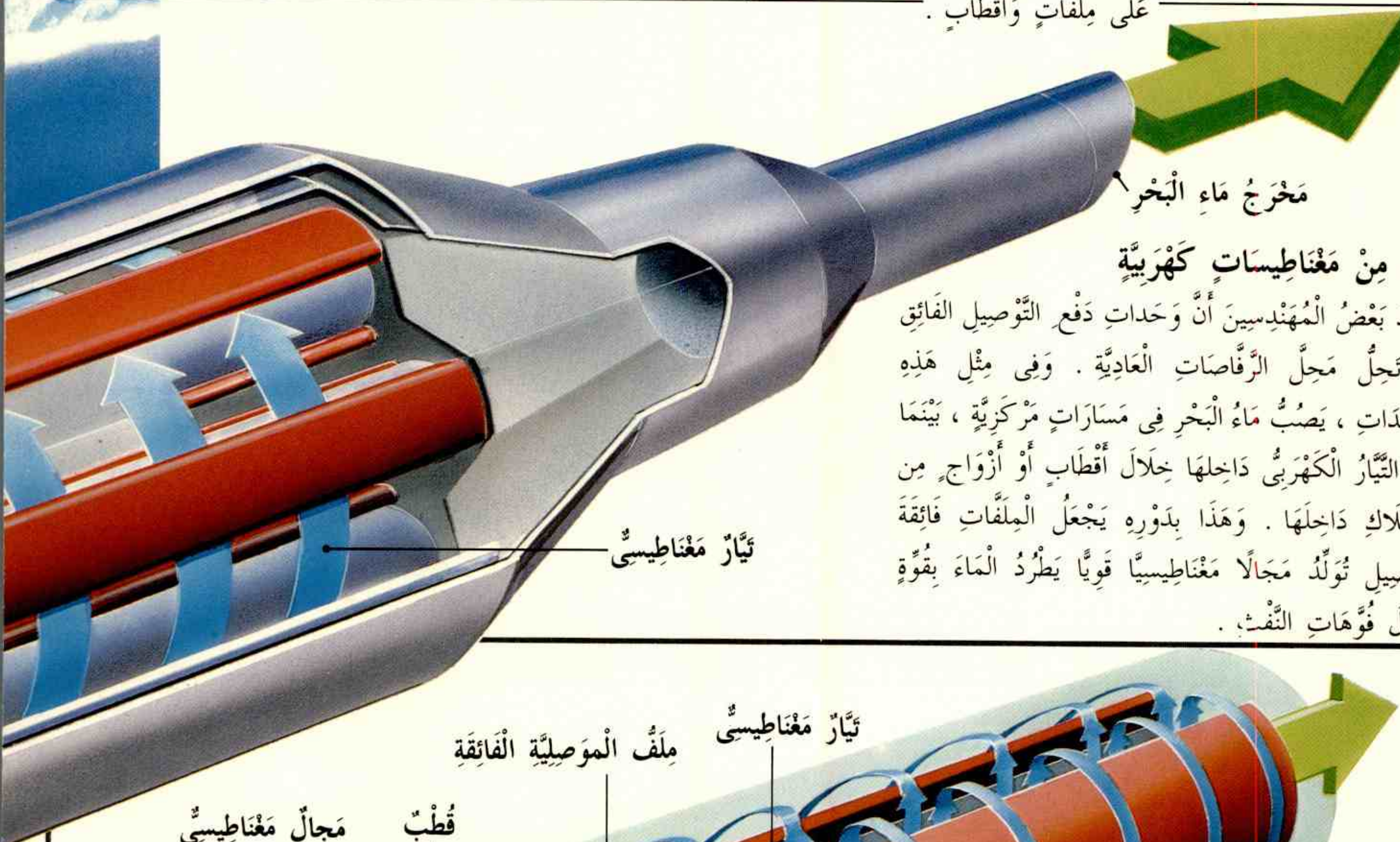
وَحَدَاتُ الدَّفْعِ فَائِقَةُ التَّوْصِيلِ الكهربى



وَحْدَتَا دَفْعٍ تَوْأَمٌ بِدَاخِلِهِمَا مَغْنَاطِيسَاتٌ كَهْرَبِيَّةٌ وُضِعَتَا تَحْتَ الْجِذْعِ .

فِى كُلِّ وَحْدَةٍ سِتَّةُ مَغْنَاطِيسَاتٍ تُوَلِّدُ مَجَالًا مَغْنَاطِيسِيًّا .

يَحْتَوِى الْمَغْنَاطِيسُ الكَهْرَبِىُّ عَلَى مِلَفَّاتٍ وَأَقْطَابٍ .



دَفْعٌ مِنْ مَغْنَاطِيسَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ

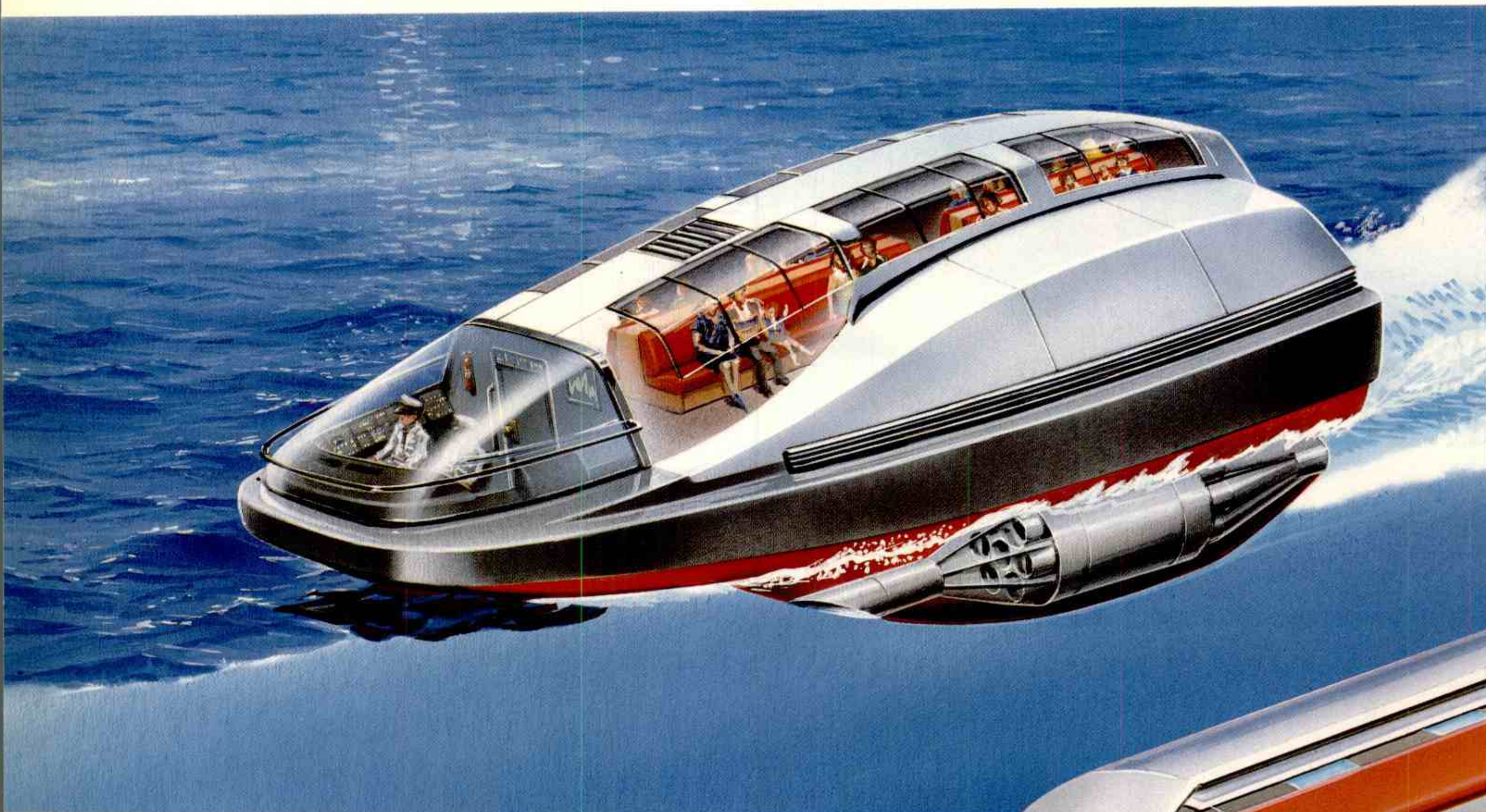
يَعْتَقِدُ بَعْضُ الْمُهَنْدِسِينَ أَنَّ وَحَدَاتِ دَفْعِ التَّوْصِيلِ الفَائِقِ قَدْ تَحِلُّ مَحِلَّ الرَّفَّاصَاتِ الْعَادِيَّةِ . وَفِى مِثْلِ هَذِهِ الْوَحَدَاتِ ، يَصُبُّ مَاءُ الْبَحْرِ فِى مَسَارَاتٍ مَرْكَزِيَّةٍ ، بَيْنَمَا يَمُرُّ التَّيَّارُ الْكَهْرَبِىُّ دَاخِلَهَا خِلَالَ أَقْطَابٍ أَوْ أَزْوَاجٍ مِن الْأَسْلَاكِ دَاخِلَهَا . وَهَذَا بِدَوْرِهِ يَجْعَلُ الْمِلَفَّاتِ فَائِقَةَ التَّوْصِيلِ تُوَلِّدُ مَجَالًا مَغْنَاطِيسِيًّا قَوِيًّا يَطْرُدُ الْمَاءَ بِقُوَّةٍ خِلَالَ فُوَّهَاتِ النَّفْثِ .



قَاعِدَةُ الْيَدِ الْيُسْرَى

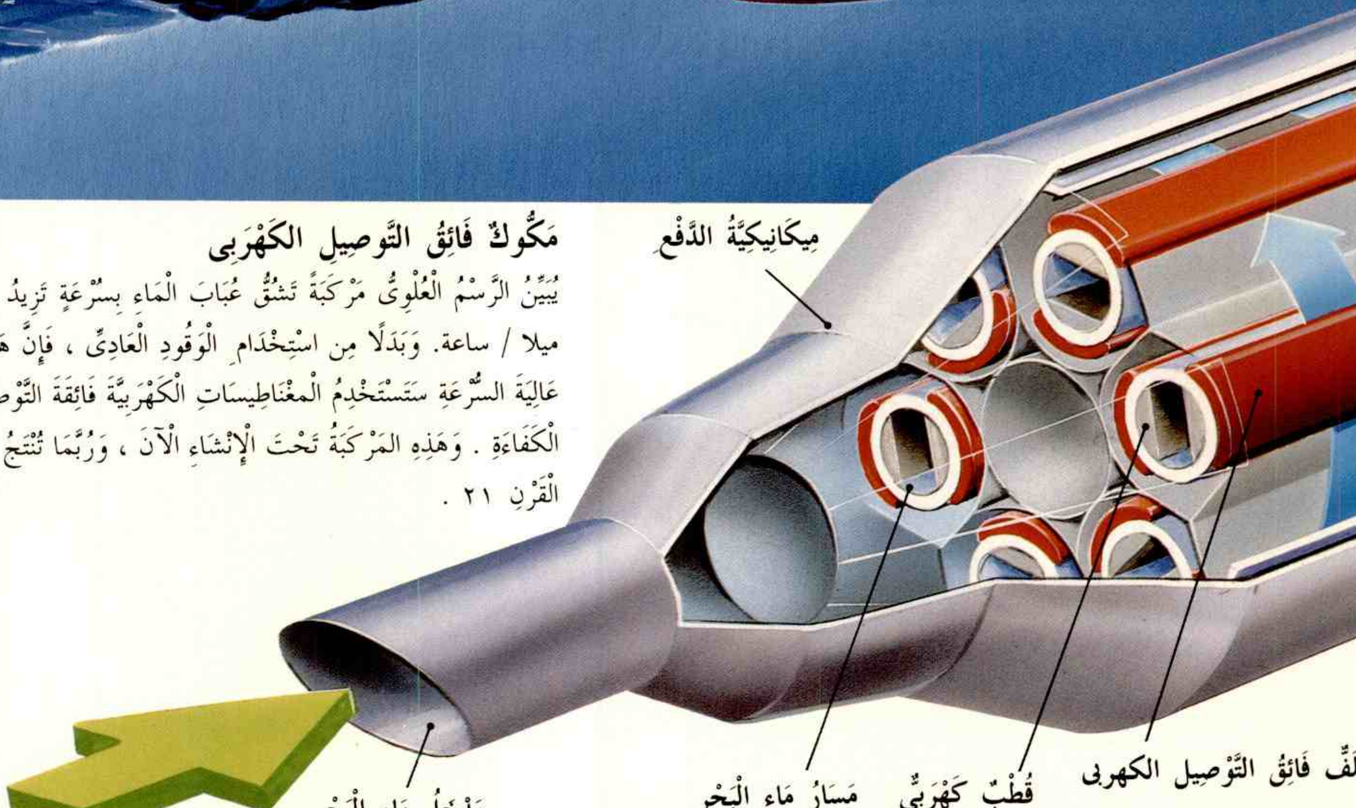
تُبَيِّنُ هَذِهِ الْقَاعِدَةُ اتِّجَاهَ الحَرَكَةِ النَّاتِجَةِ عَنِ الْمُحَرِّكَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ . فَإِذَا أَشَرْنَا بِالسَّبَّابَةِ إِلَى اتِّجَاهِ الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيسِىِّ ، وَبِالْوُسْطَى إِلَى اتِّجَاهِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِىِّ ، فَإِنَّ الْإِبْهَامَ يُشِيرُ إِلَى اتِّجَاهِ الْقُوَّةِ (الحركة) .

لِسُفُنِ الْمُسْتَقْبَلِ ؟



مَكُوكٌ فَائِقُ التَّوصِيلِ الكَهْرَبِى

يُبَيِّنُ الرَّسْمُ الْعُلْوِىُّ مَرْكَبَةً تَشُقُّ عُبَابَ الْمَاءِ بِسُرْعَةٍ تَزِيدُ عَلَى ٦٠ مِيلا / ساعة. وَبَدَلًا مِن اسْتِخْدَامِ الْوَقُودِ الْعَادِىِّ ، فَإِنَّ هَذِهِ النَّاقِلَةَ عَالِيَةَ السُّرْعَةِ سَتَسْتَخْدِمُ الْمغْنَاطِيسَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ فَائِقَةَ التَّوْصِيلِ عَالِيَةَ الْكَفَاءَةِ . وَهَذِهِ الْمَرْكَبَةُ تَحْتَ الْإِنْشَاءِ الْآنَ ، وَرُبَّمَا تُنْتَجُ فِى أَوَائِلِ الْقَرْنِ ٢١ .

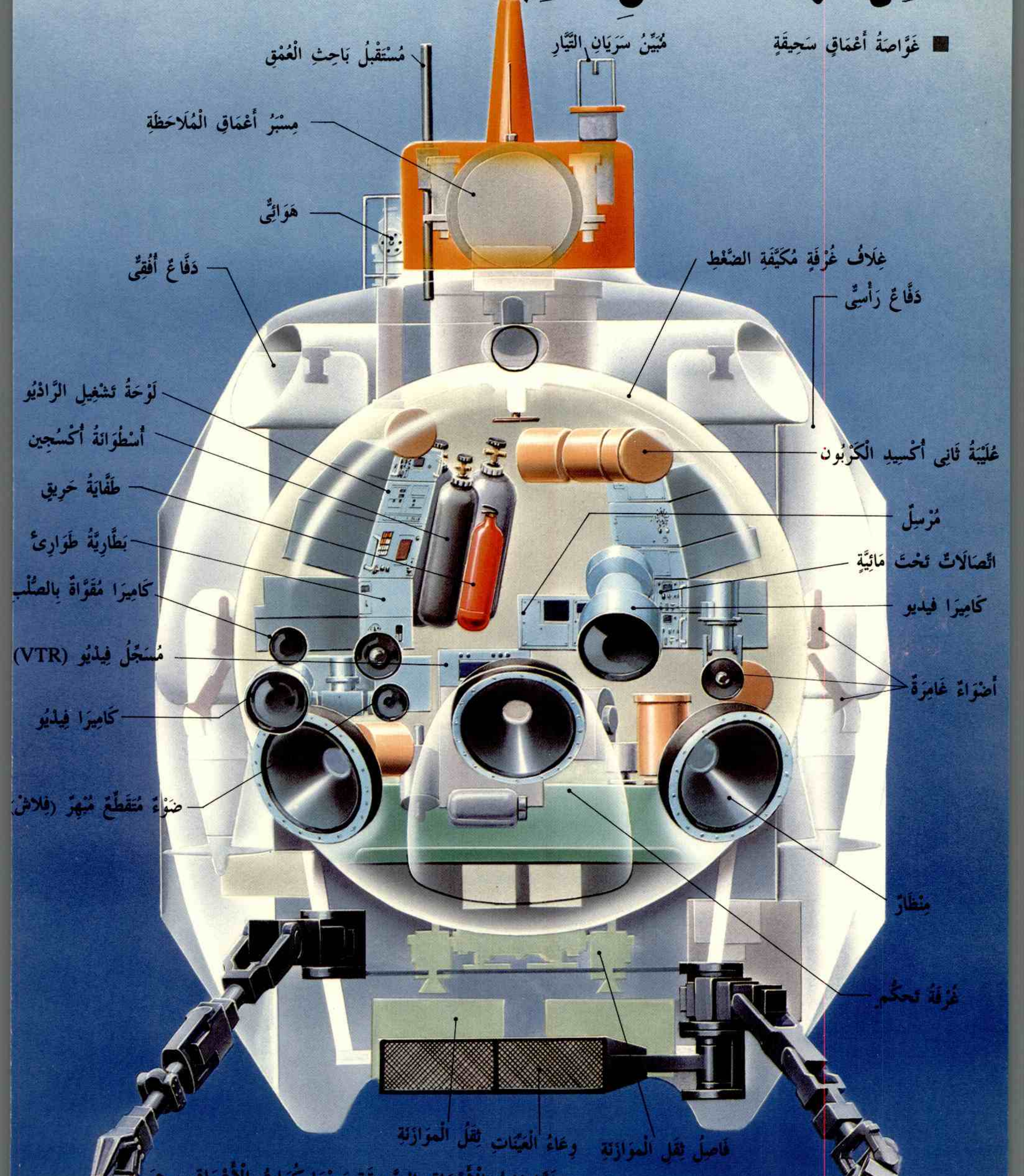


يَحْلُمُ المهَنْدِسُونَ بِالسُّفُنِ فَائِقَةِ التَّوْصِيلِ الَّتِى قَدْ تُلْغِى سُفُنَ الدَّفْعِ الْعَادِىِّ الَّتِى وَقُودُهَا النِّفْطُ أَوِ الْفَحْمُ .

وَالتَّوْصِيلُ الْفَائِقُ ظَاهِرَةٌ فِيزْيَائِيَّةٌ فِى بَعْضِ الْمَعَادِنِ حَيْثُ لا تُقَاوِمُ مُرُورَ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِىِّ عِنْدَ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْمُنْخَفِضَةِ جِدًّا . وَإِذَا اسْتُحِثَّ التَّيَّارُ فِيهَا ، فَإِنَّهُ يُفْتَرَضُ أَنْ يَسْرِىَ إِلَى الْأَبَدِ ، مِمَّا يَجْعَلُهَا عَالِيَةَ الْكَفَاءَةِ .

وَقَدْ أَشَارَ أَحَدُ الْبُحُوثِ الحديثة إِلَى وُجُودِ مَوَادَّ فَائِقَةِ التَّوْصِيلِ عِنْدَ دَرَجَاتِ حَرَارَةِ الْغُرْفَةِ أَوْ قَرِيبٍ مِنْهَا . وقد تَدْخُلُ إِلَى حَيِّزِ الِاسْتِخْدَامِ الْمُبَرِّدَاتُ مِثْلَ النِّيتْرُوجِين السَّائِلِ . وَأَحَدُ أَجْهِزَةِ الدَّفْعِ الْمُقْتَرَحَةُ (الظاهر مقطعها أعلى) قَدْ تَسْتَخْدِمُ مَغْنَاطِيسَاتِ التَّوْصِيلِ الفَائِقِ لِدَفْعِ الْمَاءِ بِسُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ مِنْ فُوَّهَاتٍ ، فَتُوَلِّدُ الدَّفْعَ الَّذِى يُسَيِّرُ السُّفُنَ . وَسَتَعْمَلُ مِثْلُ هَذِهِ الْأَجْهِزَةِ بِكَهْرَبِيَّةٍ قَلِيلَةٍ .

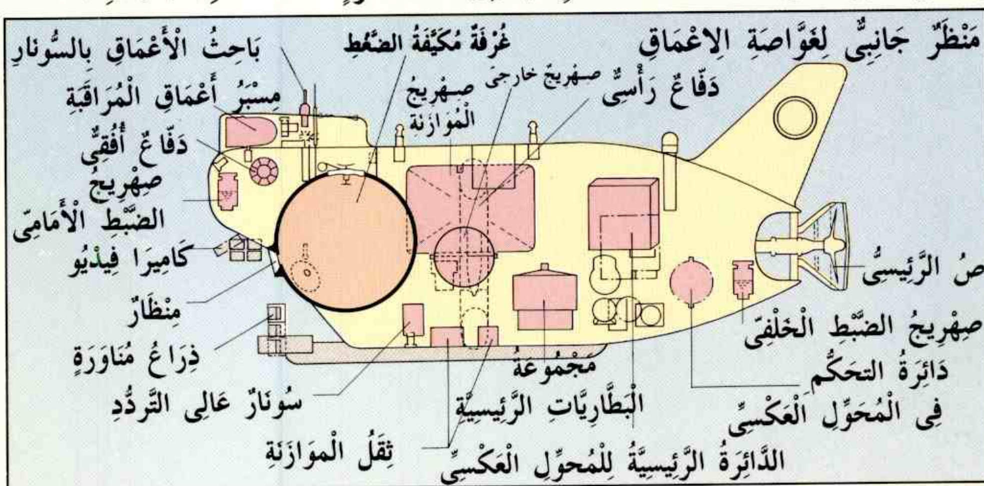
مَا هِىَ غَوَّاصَةُ الأَعْمَاقِ السَّحِيقَةِ ؟



غَوَّاصَاتُ الْأَعْمَاقِ السَّحِيقَةِ وَمِنْهَا كُرَاتُ الْأَعْمَاقِ ، هِىَ غَوَّاصَاتٌ صَغِيرَةٌ عَالِيَةُ التَّخَصُّصِ ، تَخْدُمُ بِصِفَةٍ عَامَّةٍ الْأَغْرَاضَ الْعِلْمِيَّةَ أَكْثَرَ مِنَ الْأَغْرَاضِ الْعَسْكَرِيَّةِ . وَقَد

جَابَتْ هَذِهِ الْمَرْكَبَاتُ الصَّغِيرَةُ الْمُحِيطَاتِ لِتُسَجِّلَ الْأَعْمَاقَ ، وَهِيَ مَصْنُوعَةٌ مِنَ الْمَعَادِنِ شَدِيدَةِ الصَّلَابَةِ مِثْلَ التِّيتَانْيُوم أَوْ مُدَعَّمَةٌ بِهَا . وَفِي عَامِ ١٩٦٠ ، قَامَتْ غَوَّاصَةُ الْأَعْمَاقِ الْفَرَنْسِيَّةُ تِرِيسْتَا بِأَعْمَقِ غَوْصٍ عَلَى الْإِطْلَاقِ ، حَيْثُ نَزَلَتْ إِلَى عُمْقِ ٣٥٨٠٢ قَدَمٍ حَتَّى قَاعِ أُخْدُودِ مَارِيَانَا فِي الْمُحِيطِ الْهَادِي .

وَتَعْمَلُ هَذِهِ الْغَوَّاصَاتُ تَحْتَ ضَغْطٍ يُعَادِلُ أَلْفَ مَرَّةٍ الضَّغْطَ الْجَوِّيَّ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ ، فَتَمْسَحُ وَتُصَوِّرُ تَضَارِيسَ الْأَرَاضِي تَحْتَ الْمَاءِ بِكَامِيرَاتٍ ثَابِتَةٍ وَكَامِيرَاتِ فِيدْيُو . وَتَجْمَعُ عَيِّنَاتٍ جِيُولُوجِيَّةً وَبِيُولُوجِيَّةً بِوَاسِطَةِ الْأَذْرُعِ الْآلِيَّةِ ، وَتُحْمَلُ هَذِهِ الْعَيِّنَاتُ إِلَى السَّطْحِ فِي صَنَادِيقَ شَبَكِيَّةٍ . وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الْأَذْرُعُ أَيْضًا فِي إِصْلَاحِ التَّجْهِيزَاتِ عَلَى خُطُوطِ الْأَنَابِيبِ أَوْ كَابِلَاتِ الِاتِّصَالَاتِ .



غَوَّاصَةُ أَعْمَاقٍ

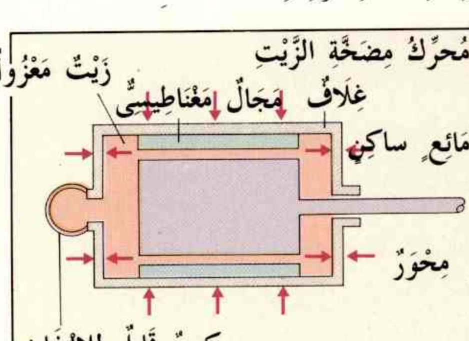
هَذِهِ الْغَوَّاصَةُ تَجْعَلُ مَقْصُورَةَ الطَّاقَمِ الْكُرَوِيَّةَ الْمُقَوَّاةَ خَاضِعَةً لِطَوْفٍ كَبِيرٍ مَمْلُوءٍ بِالْبَنْزِينِ . وَتُمْلَأُ صَهَارِيجُ الْمُوَازَنَةِ دَاخِلَ هَذَا الطَّوْفِ بِمَاءِ الْبَحْرِ عِنْدَ الْغَوْصِ وَتُفَرَّغُ عِنْدَ الصُّعُودِ . وَيُوَجَّهُ الْجُزْءُ الْخَارِجِيُّ مِنَ الْغَوَّاصَةِ ــ بِأَضْوَائِهِ الْغَامِرَةِ وَكَامِيرَاتٍ تِلِيفِزْيُونِيَّةٍ و٣٥ مم وَأَضْوَاءٍ مُتَقَطِّعَةٍ مُبْهِرَةٍ نَحْوَ رُؤْيَةِ أَعْمَاقِ الْمُحِيطِ الضَّئِيلَةِ الْإِضَاءَةِ .



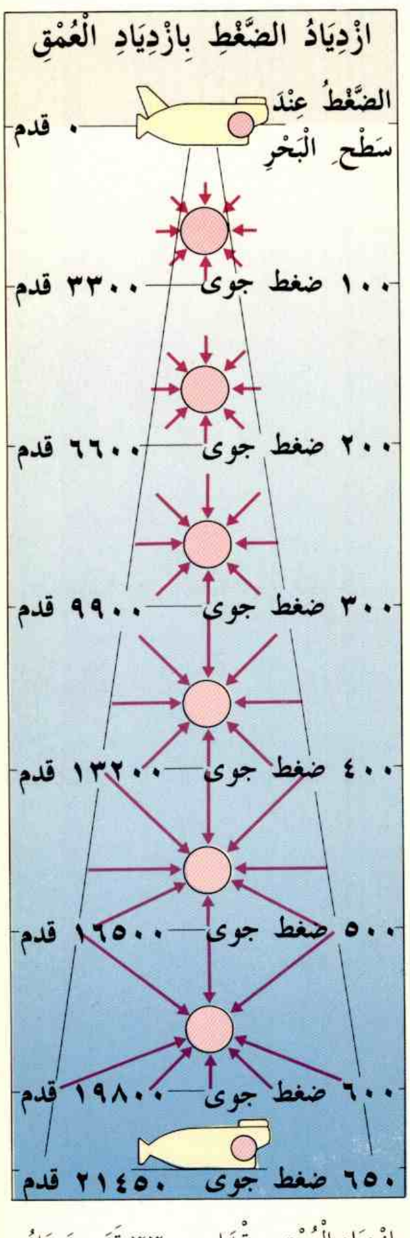
سَاعَدَتْ غَوَّاصَةُ الْأَعْمَاقِ ألفين (أعلى) فِي الاكْتِشَافَاتِ الرَّائِدَةِ تَحْتَ الْمَاءِ .



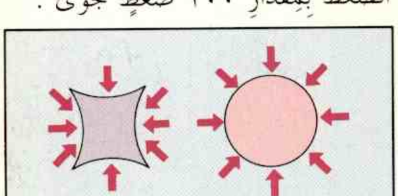
يَزْدَحِمُ السَّطْحُ الدَّاخِلِيُّ لِمَقْصُورَةِ أَلفين الضَّيِّقَةِ بِالْأَجْهِزَةِ .



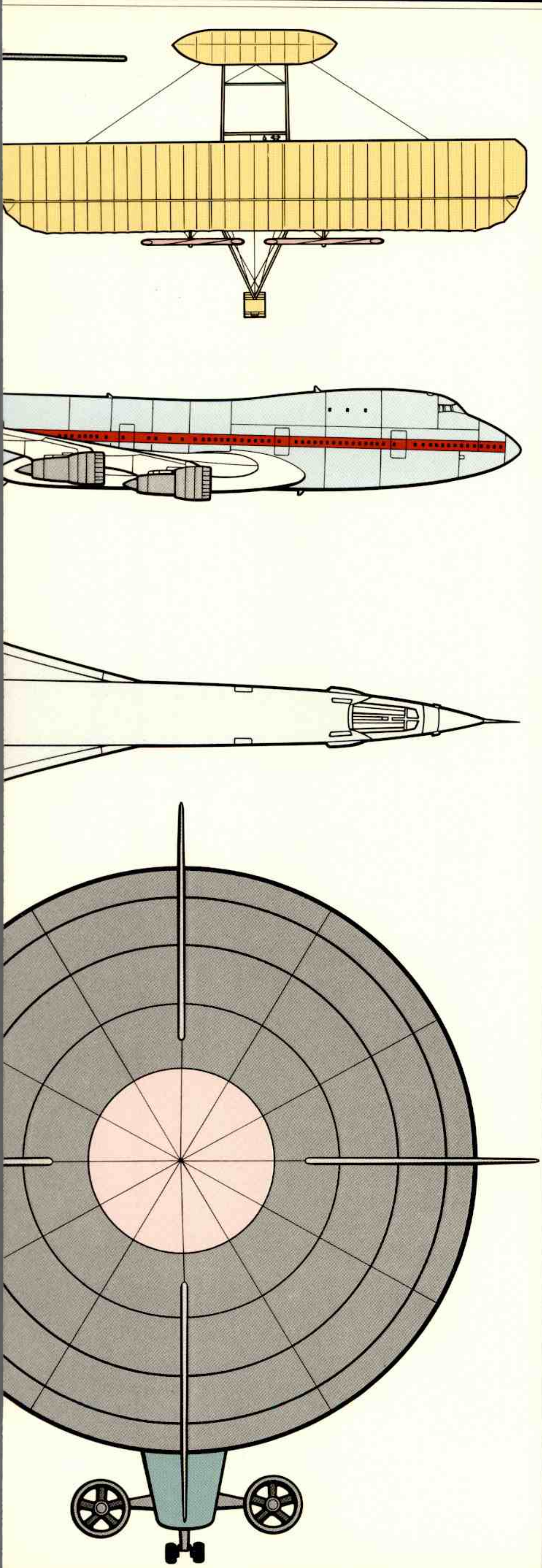
يَنْتَشِرُ تَأْثِيرُ الضَّغْطِ بِوَاسِطَةِ الصَّهَارِيجِ الْمَمْلُوءَةِ بِالْبَنْزِينِ وَكِيسٍ قَابِلٍ لِلِانْتِفَاخِ .



بِازْدِيَادِ الْعُمْقِ بِمِقْدَارِ ٣٣٠٠ قَدَمٍ يَزْدَادُ الضَّغْطُ بِمِقْدَارِ ١٠٠ ضَغْطٍ جَوِّيٍّ .



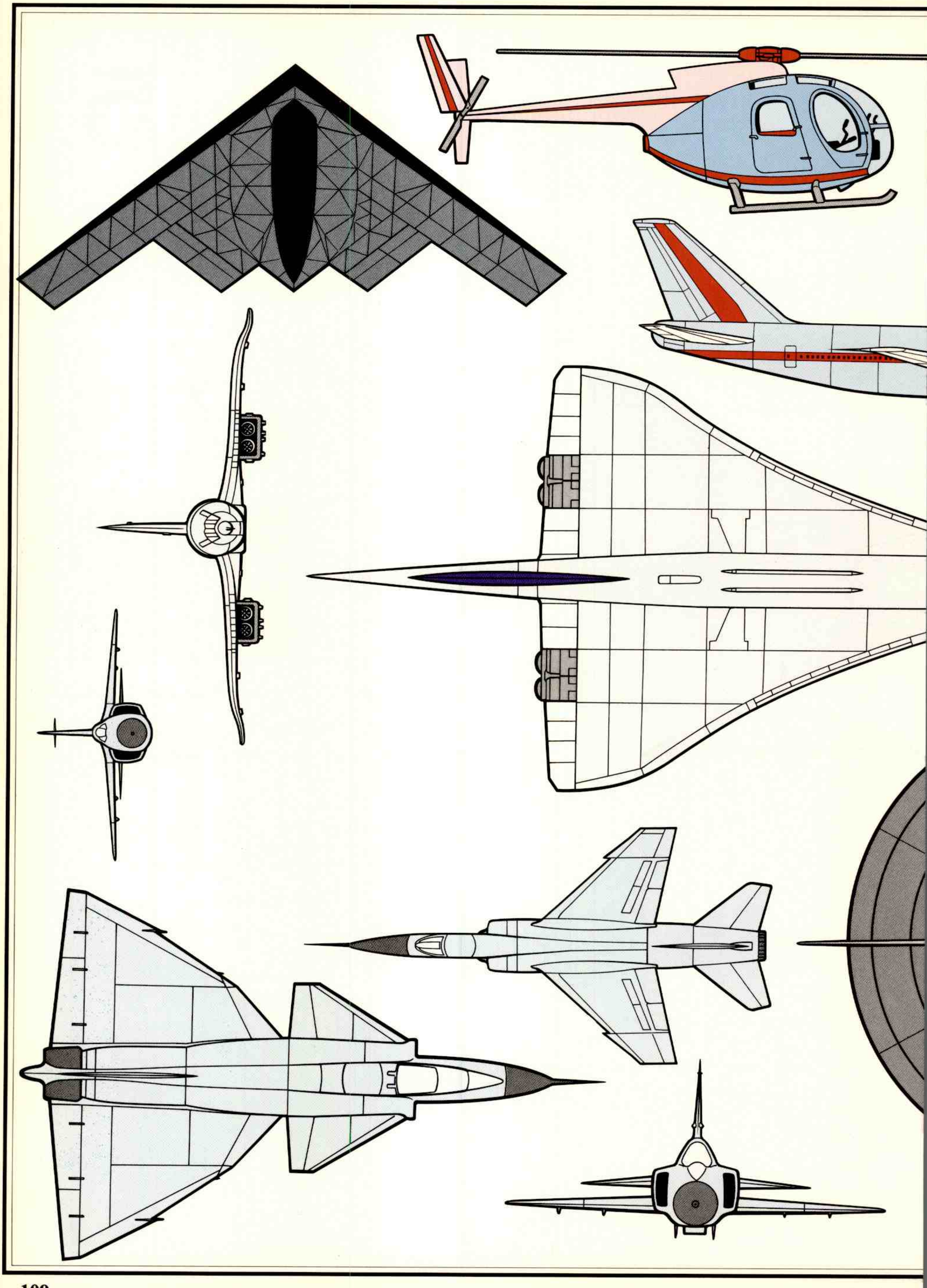
تُوَزِّعُ الْكُرَاتُ الضَّغْطَ أَفْضَلَ مِنَ الْمُكَعَّبَاتِ الَّتِي يَسْهُلُ انْهِيَارُهَا .



5 الْحُلْمُ بِالسَّمَاوَاتِ

حُلْمُ الْبَشَرِيَّةِ الْقَدِيمُ بِالطَّيَرَانِ أَصْبَحَ حَقِيقَةً عَامَ ١٩٠٣ عِنْدَمَا اخْتَرَعَ أُورْفِيل وُولْبر رَايت آلَةً خَفِيفَةً وَلَكِنَّهَا قَوِيَّةٌ وَقَادِرَةٌ عَلَى دَفْعِ مَرْكَبَةٍ هَوَائِيَّةٍ . وَكَانَ كَبَّاسُ هَذِهِ الْآلَةِ يَعْمَلُ مِثْلَ أَحْفَادِهَا الْحَالِيينَ بِنَفْسِ نَظَرِيَّةِ آلَةِ الِاحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ لِلسَّيَّارَةِ وَلَكِنَّهُ يَسْتَخْدِمُ قُدْرَتَهُ لِيُدِيرَ شِفْرَاتِ رَفَّاصٍ بَدَلًا مِنْ تَدْوِيرِ عَمُودِ الحركَةِ . وَقَد اخْتُرِعَ خِلَالَ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ نَوْعٌ ثَانٍ مِنْ آلَاتِ الْمَرْكَبَاتِ الْهَوَائِيَّةِ وَهِى النَّفَّاثَةُ الَّتِى تَعْمَلُ بِحَرْقِ الْوَقُودِ مَعَ الْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ . وَتَنْدَفِعُ الْغَازَاتُ النَّاتِجَةُ الْمُرْتَفِعَةُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ عَلَى شَكْلِ تَيَّارٍ عَادِمٍ سَرِيعٍ يُوَلِّدُ الدَّفْعَ اللَّازِمَ لِتَسْيِيرِ الْمَرْكَبَةِ الْهَوَائِيَّةِ . وَبِفَضْلِ التَّقْنِيَّاتِ الْحَدِيثَةِ فِى التَّصْمِيمِ وَالْإِنْشَاءِ ، وَالْمَوَادِّ الْجَدِيدَةِ ، وَتِكْنُولُوجْيَا الْحَاسِبِ الْآلِىِّ ، أَمْكَنَ تَقْلِيصُ كُلٍّ مِنْ حَجْمِ وَأَجْهِزَةِ الطَّائِرَةِ الْأُولَى لِإِخْوَانِ رَايت . وَالْيَوْمَ تَحْمِلُ الْجَامْبُو النَّفَّاثَةُ الْعِمْلَاقَةُ حَتَّى ٥٥٠ رَاكِبًا ، بَيْنَمَا وَصَلَتْ سُرْعَةُ الطَّائِرَاتِ الْعَسْكَرِيَّةِ إِلَى مِقْدَارٍ مُذْهِلٍ يَبْلُغُ عِدَّةَ آلَافِ الْأَمْيَالِ فِى السَّاعَةِ . وَأَصْبَحَتْ بَعْضُ الطَّائِرَاتِ مُمْتَازَةً بِطَرِيقَةٍ غَيْرِ عَادِيَّةٍ ، فَيُمْكِنُهَا الْإِقْلَاعُ وَالْهُبوطُ دُونَ حَاجَةٍ إِلَى مَمَرَّاتٍ ، وَالطَّيَرَانِ الْجَانِبِىِّ ، وَتَجَنُّبِ الِاكْتِشَافِ بِوَاسِطَةِ الرَّادَارِ . و انْتَشَرَتْ فِى الْعَالَمِ مَحَطَّاتُ التحَكُّمِ فِى مُرُورِ الطَّائِرَاتِ الَّتِى تُرْشِدُ الطَّيَّارِينَ بِأَمَانٍ إِلَى الطُّرُقِ الصَّحِيحَةِ ، فِى نَفْسِ الْوَقْتِ الَّذِى تُرْشِدُهُم فِيهِ أَجْهِزَةُ لَوْحَةِ الْمِلَاحَةِ أَمَامَهُم إِلَى مَوَاقِعِهِمْ سَوَاءً فَوْقَ الْمُحِيطِ الْوَاسِعِ أَوْ خِلَالَ الضَّبَابِ الْكَثِيفِ .

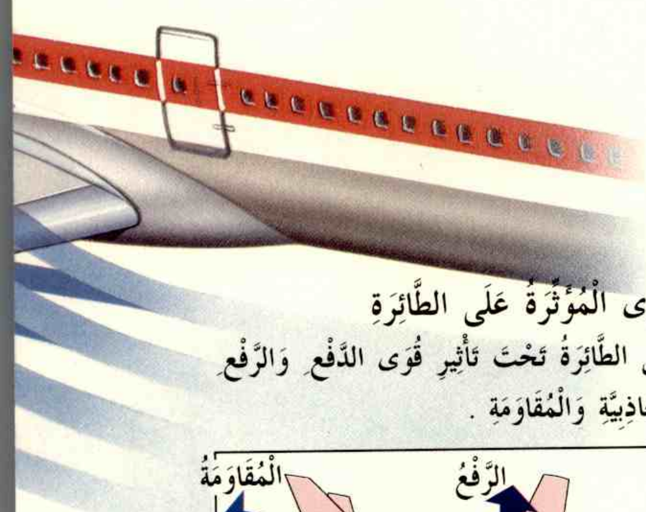
يَظْهَرُ فِى هَذِهِ الصُّوَرِ تَنَوُّعُ الطَّيَرَانِ (بدون مقياس رسم)، طَائِرَةُ الْأَخْوَانِ رَايْت ، وهِلِيكُوبْتَر ، وَقَاذِفَةُ قَنَابِلَ مُبَاغِتَةٌ ، وَالْجَامْبُو النَّفَاثَةُ ٧٤٧ ، وَالْكُونْكُورد فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ ، وَطَائِرَاتٌ عَسْكَرِيَّةٌ مُتَنَوِّعَةٌ ، وَسَفِينَةُ هَوَاءٍ أَخَفُّ مِن الْهَوَاءِ .



كَيفَ تَطِيرُ الطَّائِرَةُ ؟

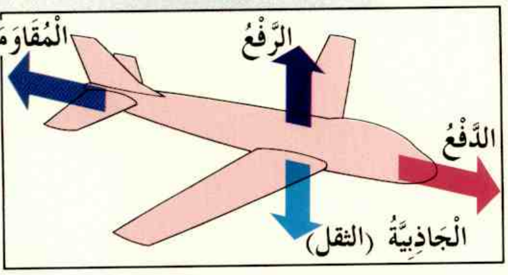
تَطِيرُ الطَّائِرَةُ مِنْ خِلَالِ قُدْرَةٍ مُشْتَرَكَةٍ مِن الْمُحرِّكَاتِ وَالرَّفْعِ الْمُسْتَمَدِّ مِن الْأَجْنِحَةِ . و عِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ الطَّائِرَةُ إِلَى الْأَمَامِ ، يَمُرُّ الْهَوَاءُ فَوْقَ الْأَجْنِحَةِ . وَهَذِهِ الْأَجْنِحَةُ مُحَدَّبَةٌ بِطَرِيقَةٍ تَجْعَلُ سَطْحَهَا الْعُلْوِىَّ أَطْوَلَ مِنْ سَطْحِهَا السُّفْلِىِّ مِمَّا يَجْعَلُ الْهَوَاءَ الْمَارَّ عَلَى السَّطْحِ الْعُلْوِىِّ يَتحرَّكُ أَسْرَعَ . وَهَذَا يُؤَدِّى إِلى مِنْطَقَةِ ضَغْطٍ مُنْخفِضٍ فَوْقَ الْأَجْنِحَةِ . وَيُسَمَّى الْفرقُ بَيْنَ الضَّغْطِ أَسْفَلَ وَأَعْلَى الْأَجْنِحَةِ بِقُدْرَةِ الرَّفْعِ . وَتَزْدَادُ قُدْرَةُ الرَّفْعِ بِازْدِيَادِ السُّرْعَةِ ، وَفِى النِّهَايَةِ تَتَغَلَّبُ عَلَى قُوَّةِ الْجَاذِبِيَّةِ الْمؤَثِّرَةِ إِلَى أَسْفَلَ . وَأَثْنَاءَ الْإِقْلَاعِ ، تُبسَطُ الْقَلَّابَاتُ الْإِضَافِيَّةُ لِتُزِيدَ مِسَاحَةَ الْجَناحِ وَتَزْدَادُ قُدْرَةُ الرَّفْعِ . وَأَثْنَاءَ الطَّيَرانِ تُغيِّرُ الطائِرَةُ ارْتِفَاعَهَا بِتَعْدِيلِ زَاوِيَةِ مُوَاجَهَةِ الجَنَاحِ لِلهَوَاءِ (زَاوِيَة الوُقُوعِ) .

قُوَّةُ الرَّفْعِ



الْقُوى الْمُؤَثِّرَةُ عَلَى الطَّائِرَةِ

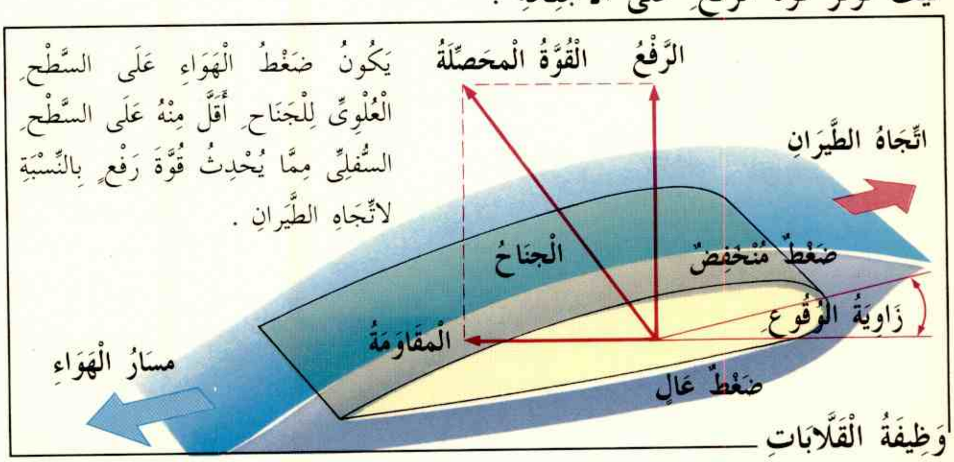
تَعْمَلُ الطَّائِرَةُ تَحْتَ تَأْثِيرِ قُوى الدَّفْعِ وَالرَّفْعِ وَالْجاذِبِيَّةِ وَالْمُقاوَمَةِ .





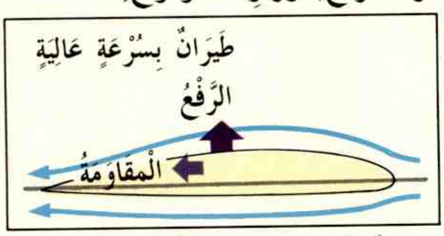
أَثْنَاءَ الِارْتِفَاعِ يَرْفَعُ الطَّيَّارُ مُقَدِّمَةَ الطَّائِرَةِ وَيَبْسُطُ قَلَّابَاتِ الْجَنَاحِ لِتَزْدَادَ قُوَّةُ الرَّفْعِ .

كَيْفَ تُؤَثِّرُ قُوَّةُ الرَّفْعِ عَلَى الْأَجْنِحَةِ ؟

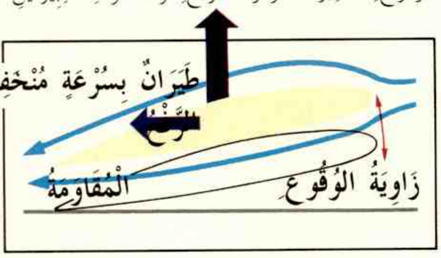


يَكُونُ ضَغْطُ الْهَوَاءِ عَلَى السَّطْحِ الْعُلْوِىِّ لِلْجَنَاحِ أَقَلَّ مِنْهُ عَلَى السَّطْحِ السُّفْلِىِّ مِمَّا يُحْدِثُ قُوَّةَ رَفْعٍ بِالنِّسْبَةِ لِاتِّجَاهِ الطَّيَرانِ .

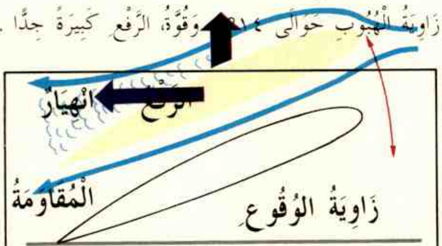
قُوَّةُ الرَّفْعِ وَزَاوِيَةُ الْوُقُوعِ



عِنْدَ الطَّيَرانِ بِسُرْعَةٍ عَالِيَةٍ ، تَكُونُ زَاوِيَةُ الوقُوعِ صَغِيرَةً ، وَقُوَّتَا الرَّفْعِ وَالْمُقاوَمَةِ كَبِيرَتَيْنِ .

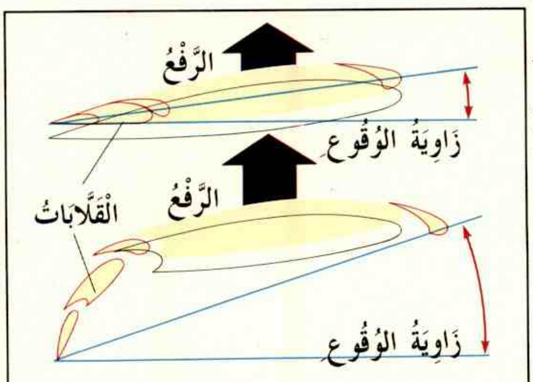


عِنْدَ الطَّيَرانِ بِسُرْعَةٍ مُنْخَفِضَةٍ ، تَكُونُ زَاوِيَةُ الْهُبُوبِ حَوالَى ١٤° وَقُوَّةُ الرَّفْعِ كَبِيرَةً جِدًّا .

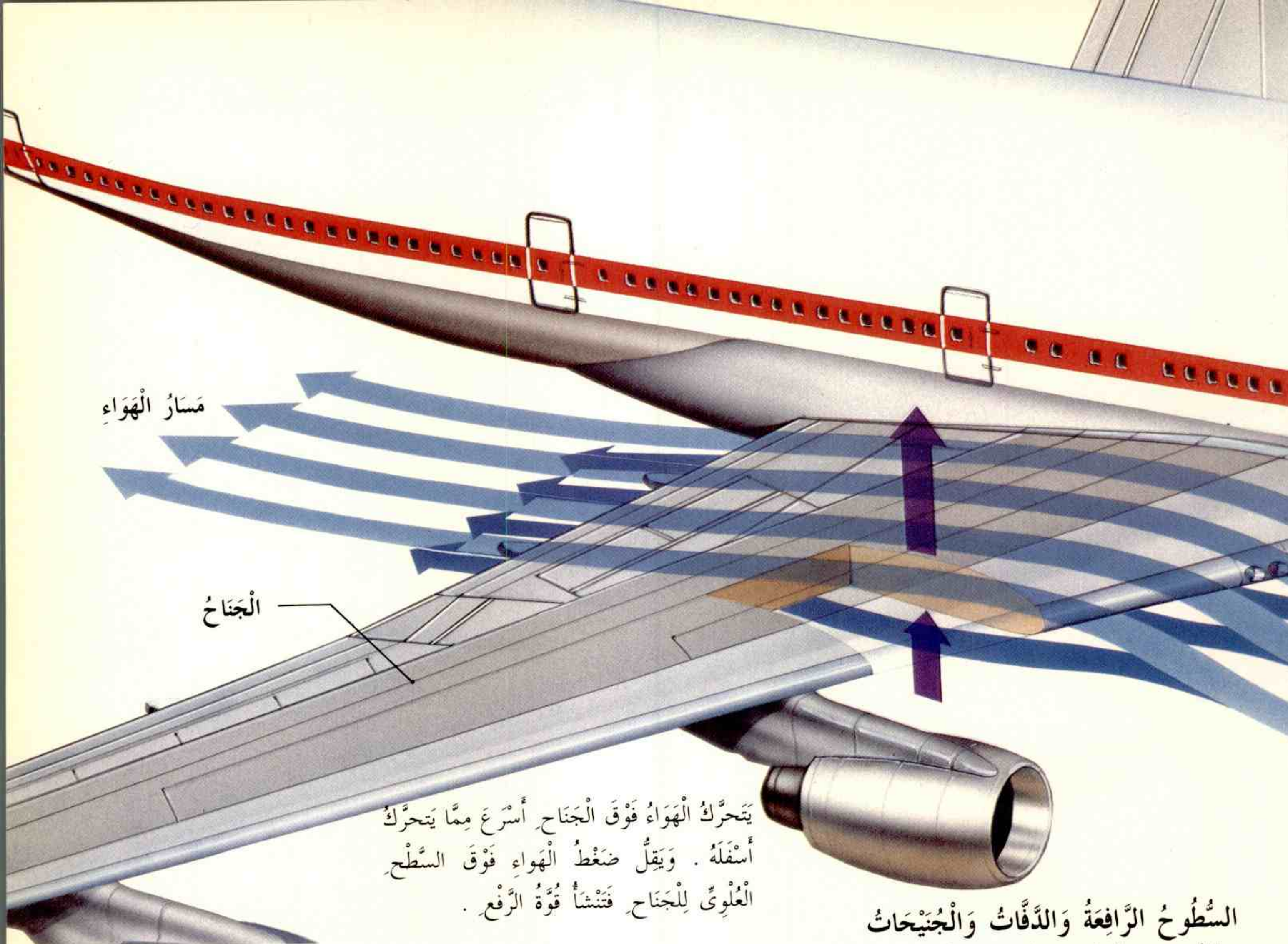


إِذَا زَادَتْ زَاوِيَةُ الْوُقُوعِ عَنْ ١٥° ، قَدْ يَحْدُثُ انْهِيَارٌ لِأَنَّ الدُّوَّامَاتِ تُقَلِّلُ الرَّفْعَ .

وَظِيفَةُ الْقَلَّابَاتِ



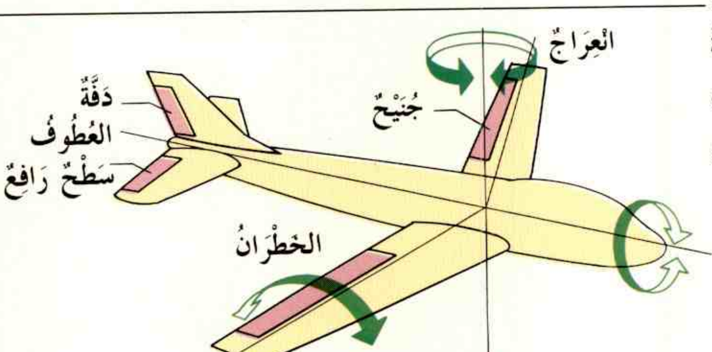
لِمَنْعِ الِانْهِيَارِ عِنْدَ السُّرْعَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ ، تُزَادُ زَاوِيَةُ مَيْلِ الْأَجْنِحَةِ بِالِارْتِفَاعِ بِالْمُقَدِّمَةِ بِمُسَاعَدةِ الْقَلَّابَاتِ التى تُوجَدُ فِى مُقَدِّمَةِ الْأَجْنِحَةِ وَنِهَايَاتِهَا . وَعِنْدَمَا تُبْسَطُ تَزْدَادُ مِسَاحَةُ سَطْحِ الْأَجْنِحَةِ الْمعَرَّضِ لِلِاصْطِدَامِ بِالْهَوَاءِ ، وَتَزِيدُ زَاوِيَةُ الْوُقُوعِ فَتَزْدَادُ قُوَّةُ الرَّفْعِ . وَتَكُونُ الْقَلَّابَاتُ مَطْوِيَّةً فِى الْأَجْنِحَةِ فِى حَالَةِ عَدَمِ اسْتِعْمَالِهَا .



يَتحرَّكُ الْهَوَاءُ فَوْقَ الْجَناحِ أَسْرَعَ مِمَّا يَتحرَّكُ أَسْفَلَهُ . وَيَقِلُّ ضَغْطُ الْهواءِ فَوْقَ السَّطْحِ الْعُلْوِيِّ لِلْجَناحِ فَتَنْشأُ قُوَّةُ الرَّفْعِ .

السُّطُوحُ الرَّافِعَةُ وَالدَّفَّاتُ وَالْجُنَيْحَاتُ

السُّطُوحُ الرَّافِعَةُ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ الْحَافَّاتِ الْخَلْفِيَّةِ لِلْموازَنَاتِ الْأُفُقِيَّةِ تُسْتَخْدَمُ عِنْدَمَا يُرادُ رَفْعُ أَوْ خَفْضُ مُقَدِّمَةِ الطَّائِرَةِ . وَالدَّفَّةُ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ الْحَافَةِ الْخَلْفِيَّةِ لِلْموازَنَاتِ الرَّأْسِيَّةِ ، تُسْتَخْدَمُ لِتَغْيِيرِ اتِّجاهِ الْمُقَدِّمَةِ إِلَى الْيَمِينِ أَوِ الْيَسارِ . وَالْجُنَيْحَاتُ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ الْحَافَّاتِ الْخَلْفِيَّةِ لِلأَجْنِحَةِ تَرْفَعُ أَوْ تَخْفِضُ الْأَجْنِحَةَ عِنْدَ الِانْحِرَافِ .





عِنْدَمَا تُرْفَعُ السُّطُوحُ الرَّافِعَةُ تَرْتَفِعُ مُقَدِّمَةُ الطَّائِرَةِ ، وَعِنْدَمَا تُخْفَضُ تَنْخَفِضُ الْمُقَدِّمَةُ لِأَسْفَلَ .

الدَّفَّةُ تُغَيِّرُ اتِّجَاهَ الْمُقَدِّمَةِ إِلَى الْيَسارِ أَوِ الْيَمِينِ .

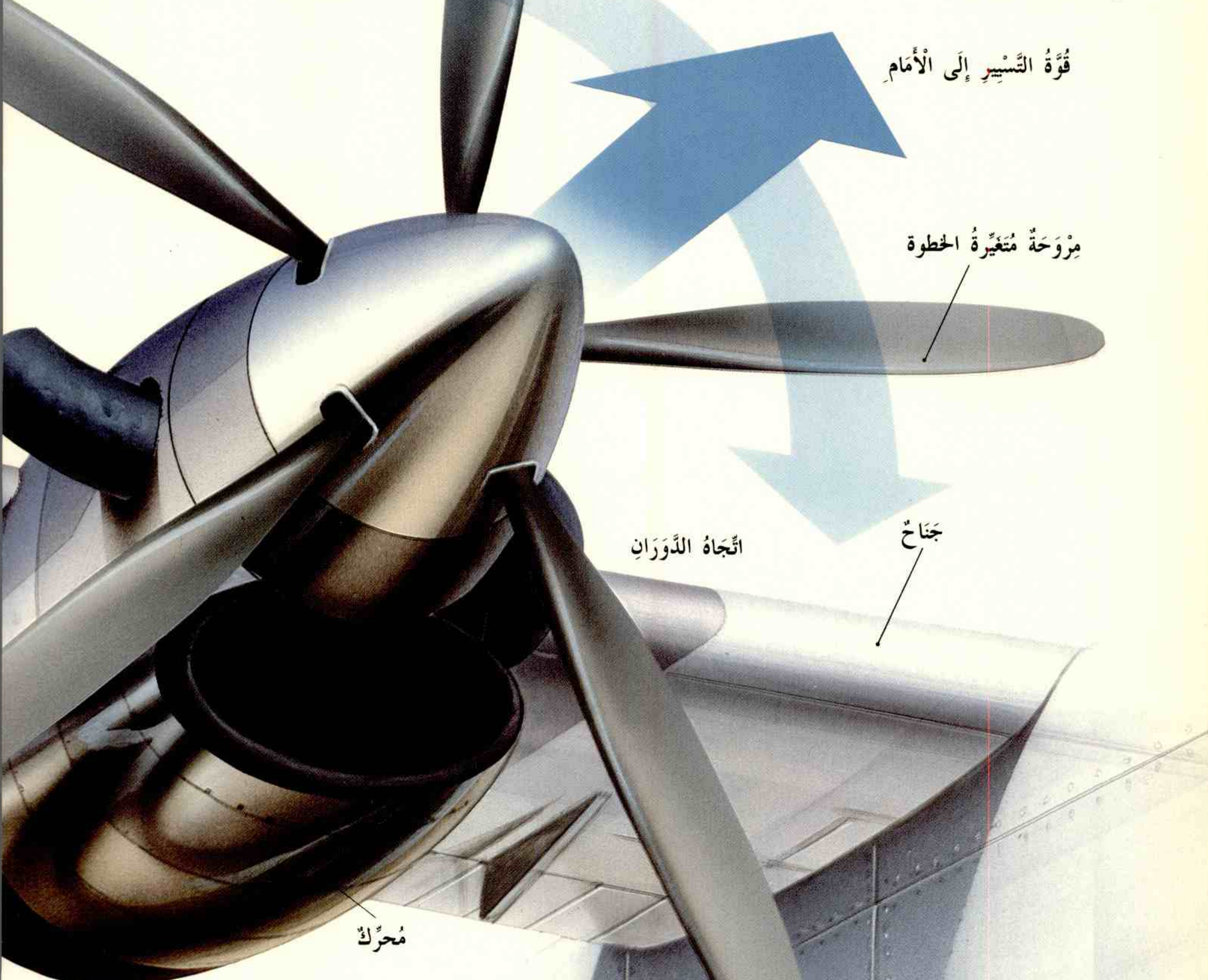
الْجُنَيْحَاتُ تَرْفَعُ أَوْ تَخْفِضُ الْأَجْنِحَةَ ، فَتَنْحَرِفُ الطَّائِرَةُ إِلَى الْيَسارِ أَوِ الْيَمِينِ .

كَيْفَ تَعْمَلُ الطَّائِرَاتُ ذَاتُ الْمَرَاوِحِ؟

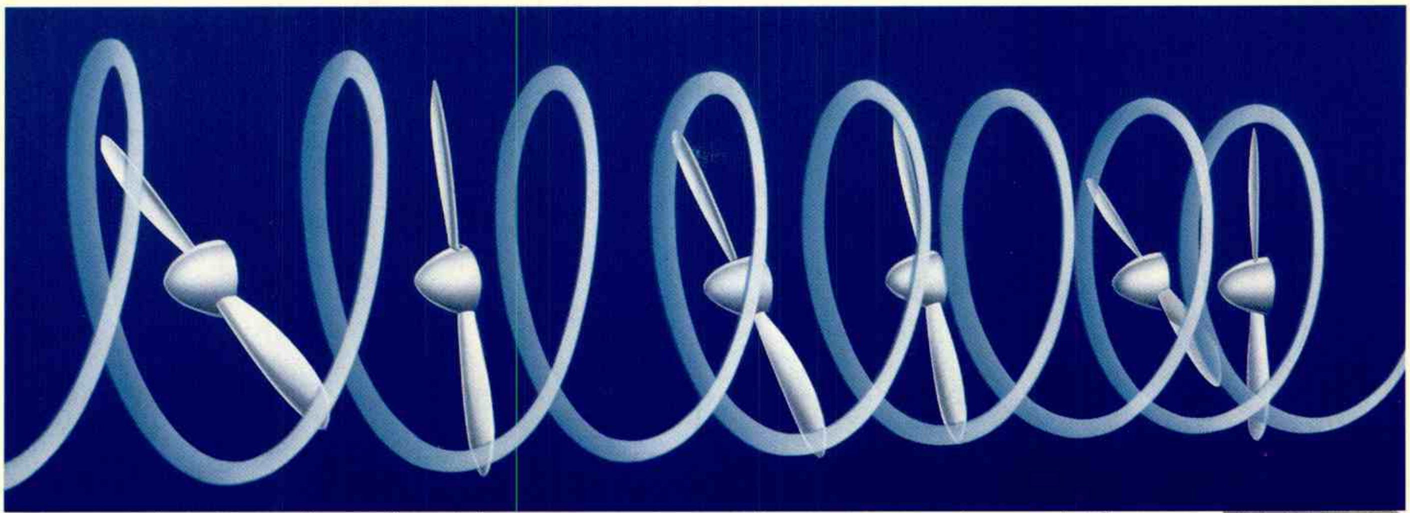


طَائِرَةٌ مِرْوَحِيَّةٌ تُقْلِعُ فِي الْهَوَاءِ بِفَضْلِ الْقُوَّةِ النَّاتِجَةِ عَنِ الدَّوَرَانِ السَّرِيعِ لِرِيشِ الْمِرْوَحَةِ .

قَبْلَ اخْتِرَاعِ الْمُحَرِّكَاتِ النَّفَّاثَةِ ، كَانَتْ جَمِيعُ الطَّائِرَاتِ تَسْتَخْدِمُ مَرَاوِحَ تَدُورُ بِوَاسِطَةِ كَبَّاسَاتِ آلَاتِ الِاحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ كَمَا فِي السَّيَّارَاتِ . وَمَقْطَعُ كُلٍّ مِنْ رِيشِ الْمِرْوَحَةِ يُشْبِهُ مَقْطَعَ جَنَاحِ الطَّائِرَةِ . وَعِنْدَمَا تَدُورُ الْمِروحَةُ ، فَإِنَّ تَيَّارَ الْهَوَاءِ أَمَامَ سَطْحِ الْعَوَارِضِ يَتَحَرَّكُ أَسْرَعَ مِنْهُ خَلْفَهَا . وَالضَّغْطُ الْمُنْخَفِضُ النَّاتِجُ أَمَامَ الْمِرْوَحَةِ يُحْدِثُ قُوَّةَ تَسْيِيرٍ إِلَى الْأَمَامِ . وَيَتَنَاسَبُ مِقْدَارُ هَذِهِ الْقُوَّةِ تَنَاسُبًا طَرْدِيًّا مَعَ سُرْعَةِ دَوَرَانِ الْمِرْوَحَةِ .



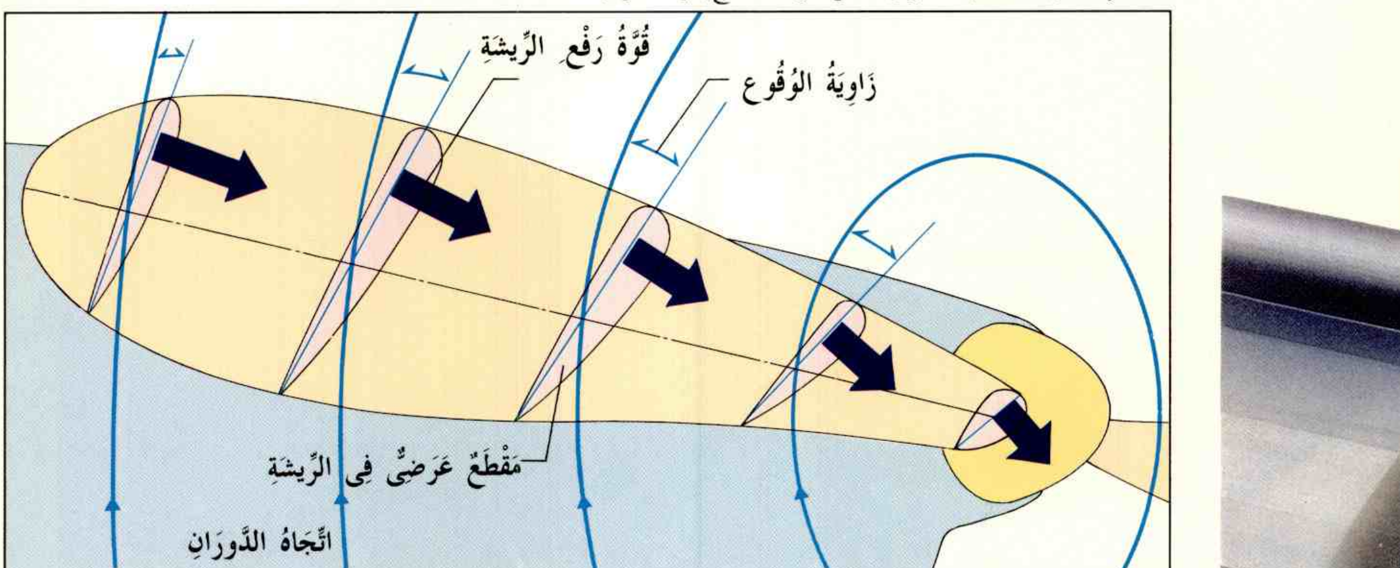
يَتَحَرَّكُ الْهَوَاءُ أَسْرَعَ فَوْقَ سَطْحِ رِيشَةِ الْمِرْوَحَةِ الدَّوَّارَةِ . وَهَذَا يُقَلِّلُ ضَغْطَ الْهَوَاءِ أَمَامَهَا ، وَيَجْعَلُ الطَّائِرَةَ تَتَحَرَّكُ إِلَى الْأَمَامِ .



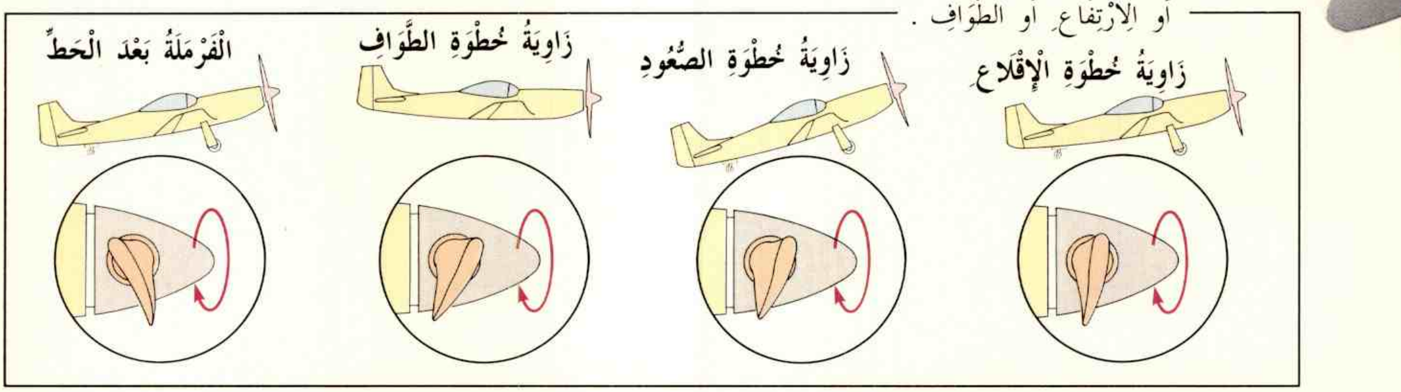
تَرْسُمُ أَطْرَافُ رِيَشِ الْمِرْوَحَةِ الدَّوَّارَةِ فِى الْهَوَاءِ مَسَارًا حَلَزُونِيًّا . وَكَمِّيَّةُ الْهَوَاءِ الَّتِى تَتَعَامَلُ مَعَهَا الْمِرْوَحَةُ تَتَوَقَّفُ عَلَى حَجْمِ الرِيشَةِ وَسُرْعَةِ الدَّوَرانِ . وَيُمْكِنُ زِيَادَةُ كَفَاءَةِ الْمِرْوَحَةِ بِاسْتِخْدَامِ رِيشَةٍ إِضَافِيَّةٍ وَمُحَرِّكَاتٍ أَقْوَى .

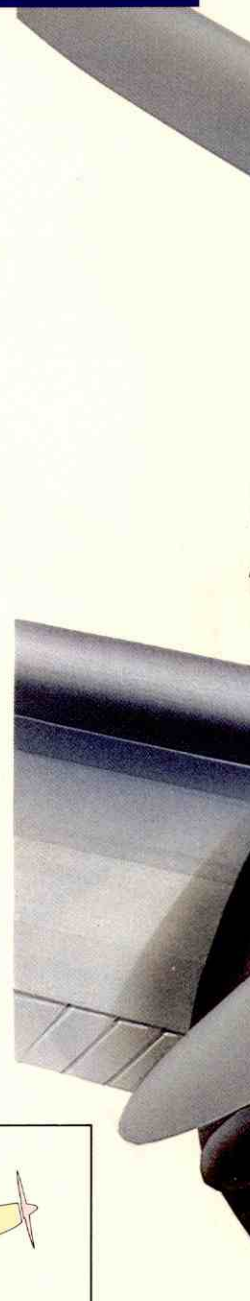
لِمَاذَا تَكُونُ رِيَشُ الْمِرْوَحَةِ مُقَوَّسَةً

إِذَا كَانَتْ رِيَشُ الْمِرْوَحَةِ مُسَطَّحَةً ، فَإِنَّ الْهَوَاءَ يَتَوزَّعُ بِالتَّسَاوِى عَلَى سَطْحَى الرِّيشَةِ مُحْدِثًا مُقَاوَمَةً وَتَعْوِيقًا . وَلِذَلِكَ تُلْوَى الرِيشَةُ ، فَيُصْبِحُ تَيَّارُ الْهَوَاءِ مَائِلًا عَلَى السَّطْحِ فَيُحْدِثُ مَسَارَاتٍ مُخْتَلِفَةَ الاتِّجَاهَاتِ لِلْهَوَاءِ عِنْدَ النُّقَطِ الْمُخْتَلِفَةِ عَلَى سَطْحِ الرِّيشَةِ . وَهَذَا التَّصْمِيمُ يَجْعَلُ الرِّيَشَ تَشُقُّ الْهَوَاءَ بِكَفَاءَةٍ أَكْثَرَ ، فَيُحْدِثُ تَوَازُنًا بَيْنَ قُوَى الدَّفْعِ وَالْمقَاوَمَةِ .



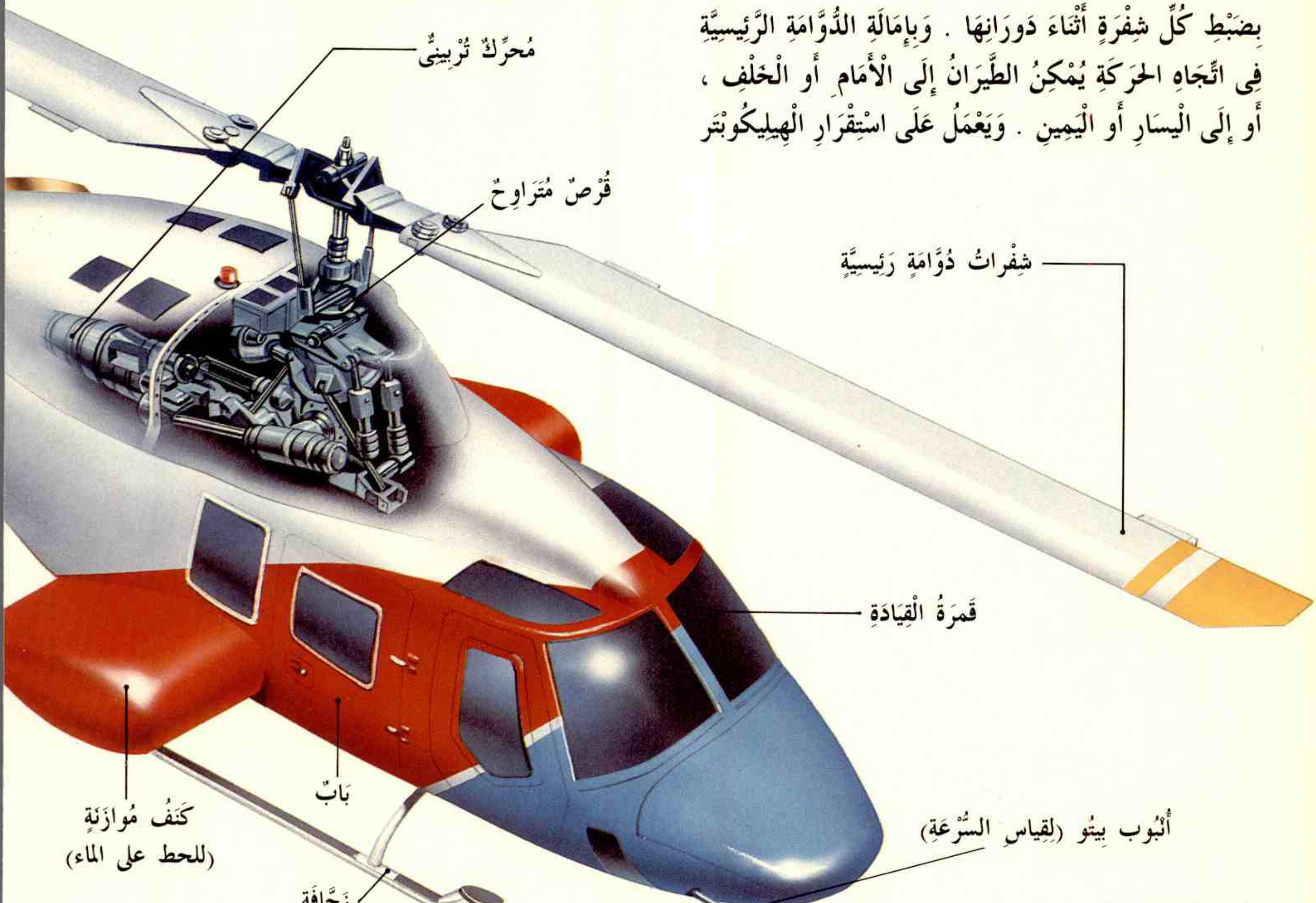
مَرَاوِحُ مُتَغَيِّرَةُ الْخُطْوَةِ . زَاوِيَةُ مَيلِ رِيشَةِ الْمِروَحَةِ عَلَى مِحْوَرِ الْمِرْوَحَةِ تُسَمَّى زَاوِيَةَ الْخُطْوَةِ . وَيُمكِنُ ضَبْطُ زَاوِيَةِ الْخُطْوَةِ فِى بَعْضِ الطَّائِرَاتِ لِتُوَفِّرَ أَقْصَى كَفَاءَةٍ لِلطَّيَرانِ فِى جَمِيعِ الظُّرُوفِ ، مِثْلَ الإِقْلاعِ ، أَو الارْتِفَاعِ أَو الطَّوَافِ .





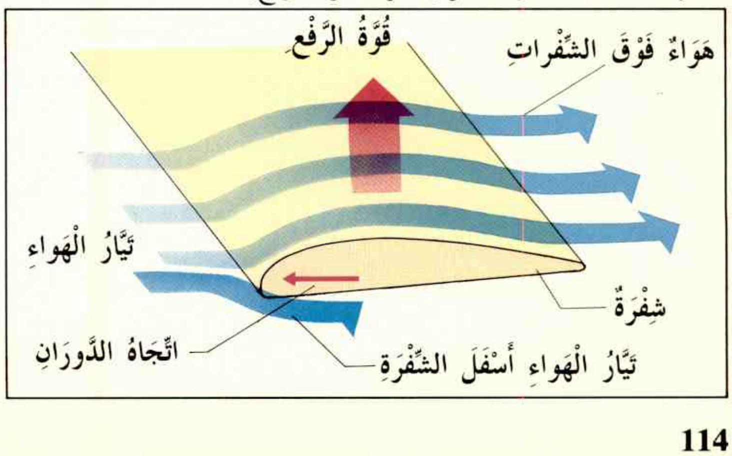
كَيْفَ تَطِيرُ الْهِيلِيكُوبْتَر (الطَّوَّافَةُ) ؟

تَطِيرُ الْهِيلِيكُوبْتَر بِدَوَرَانِ شِفْرَاتِ دُوَّامَةٍ طَوِيلَةٍ مَقْطَعُهَا يُمَاثِلُ مَقْطَعَ أَجْنِحَةِ الطَّائِرَةِ . وَقُوَّةُ الرَّفْعِ الْمُتَوَلِّدَةُ بِوَاسِطَةِ هَذِهِ الشِّفْرَاتِ يُمْكِنُ تَغْيِيرُهَا بِضَبْطِ زَوَايَا الشِّفْرَاتِ كُلِّهَا فِي الْحَالِ ، بَيْنَمَا تَحْدُثُ الدَّوَرَاتُ بِضَبْطِ كُلِّ شِفْرَةٍ أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا . وَبِإِمَالَةِ الدُّوَّامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ فِي اتِّجَاهِ الْحَرَكَةِ يُمْكِنُ الطَّيَرَانُ إِلَى الْأَمَامِ أَوِ الْخَلْفِ ، أَوْ إِلَى الْيَسَارِ أَوِ الْيَمِينِ . وَيَعْمَلُ عَلَى اسْتِقْرَارِ الْهِيلِيكُوبْتَر شِفْرَاتُ دُوَّامَةٍ مُسَاعِدَةٍ صَغِيرَةٍ تُرَكَّبُ فِي الذَّيْلِ ، فَتَمْنَعُ الطَّائِرَةَ مِنَ الدَّوَرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا بِعَزْمِ دُوَّامَةِ الرَّفْعِ . وَيُمْكِنُ أَنْ تَسْتَقِرَّ الْهِيلِيكُوبْتَر سَاكِنَةً فِي الْهَوَاءِ بِاتِّزَانِ وَزْنِهَا مَعَ قُوَّةِ الرَّفْعِ الَّتِي تُوَلِّدُهَا الدُّوَّامَةُ الرَّئِيسِيَّةُ .



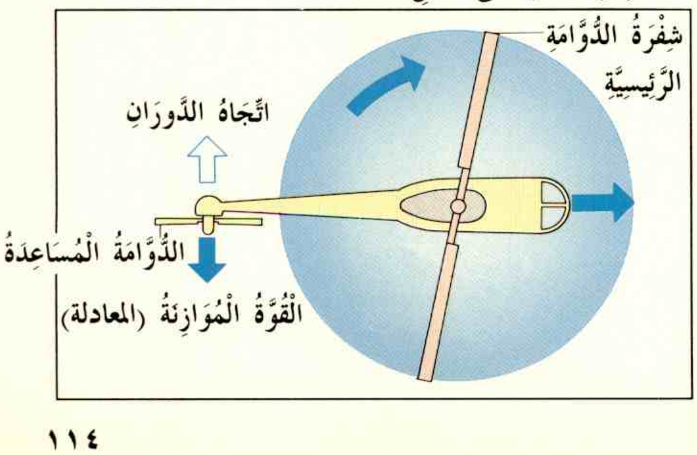
الدُّوَّامَةُ الرَّئِيسِيَّةُ

مَقْطَعُ الدُّوَّامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ يُمَاثِلُ مَقْطَعَ جَنَاحِ الطَّائِرَةِ . وَتَمُرُّ التَّيَّارَاتُ الْهَوَائِيَّةُ فَوْقَ السَّطْحِ الْعُلْوِيِّ وَتَحْتَ السَّطْحِ السُّفْلِيِّ لِلشِّفْرَاتِ ، فَتُحْدِثُ ضَغْطًا مُنْخَفِضًا فَوْقَهَا يُوَلِّدُ قُوَّةَ الرَّفْعِ .



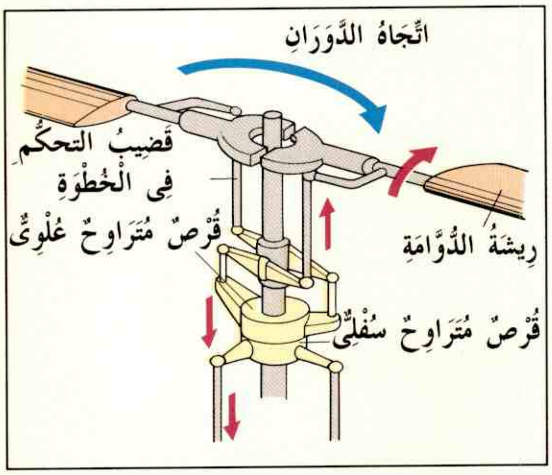
الدُّوَّامَةُ الْمُسَاعِدَةُ

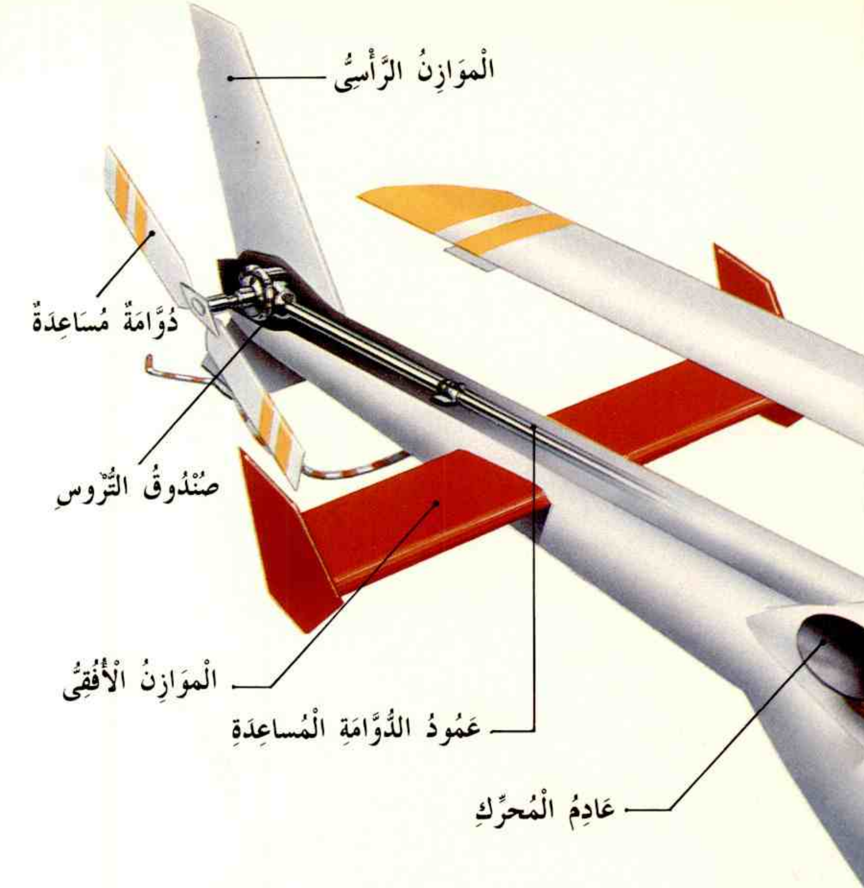
الْقُوَّةُ النَّاتِجَةُ عَنِ الدُّوَّامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ قَدْ تُسَبِّبُ دَوَرَانَ الطَّائِرَةِ بِأَكْمَلِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا ، لَوْلَا وُجُودُ التَّأْثِيرِ الْمُعَادِلِ مِنَ الدُّوَّامَةِ الْمُسَاعِدَةِ الْمُثَبَّتَةِ عَلَى الذَّيْلِ .



جِسْمُ الدُّوَّامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ

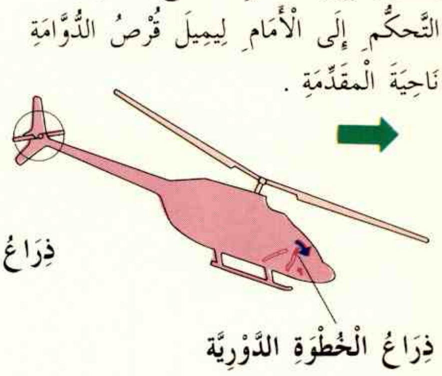
يَضْبِطُ الطَّيَّارُ زَاوِيَةَ شِفْرَاتِ الدُّوَّامَةِ بِاسْتِخْدَامِ جِهَازٍ عَلَى عَمُودِ الدُّوَّامَةِ يُسَمَّى الْقُرْصَ الْمُتَرَاوِحَ ، وَذَلِكَ لِيَكُونَ الطَّيَرَانُ مُسْتَقِرًّا . وَتَسْتَطِيعُ الْهِيلِيكُوبْتَر أَنْ تَطِيرَ أَوْ تَلُفَّ فِى دَائِرَةٍ أَوْ تُحَوِّمَ فِى مَكَانِهَا طِبْقًا لِلطَّرِيقَةِ الَّتِى يَتَحَكَّمُ بِهَا الطَّيَّارُ فِى الْقُرْصِ الْمُتَرَاوِحِ . وَكَمَا يَظْهَرُ أَسْفَلَ فَإِنَّ تَحْرِيكَ الْقُرْصِ الْمُتَرَاوِحِ إِلَى أَعْلَى أَوْ أَسْفَلَ يُغَيِّرُ خُطْوَةَ شِفْرَةِ الدُّوَّامَةِ . وَيُمْكِنُ أَيْضًا إِمَالَةُ الْقُرْصِ الْمُتَرَاوِحِ لِتَغْيِيرِ زَاوِيَةِ قُرْصِ الدُّوَّامَةِ .



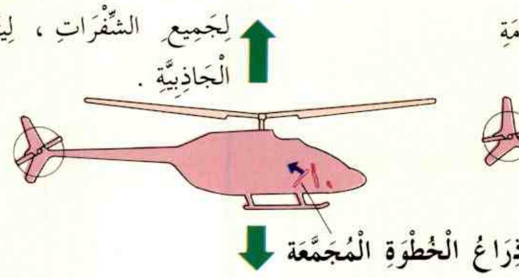


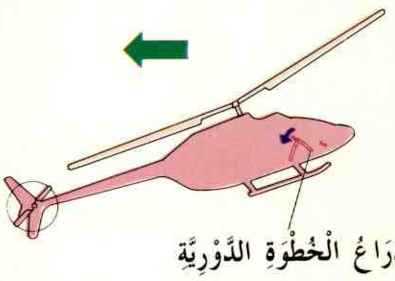
قِيَادَةُ الْهِيلِيكُوبْتَر

لِلطَّيَرَانِ إِلَى الأَمَامِ ، يَدْفَعُ الطَّيَّارُ عَصَا التَّحَكُّمِ إِلَى الأَمَامِ لِيَمِيلَ قُرْصُ الدُّوَّامَةِ نَاحِيَةَ الْمُقَدِّمَةِ .



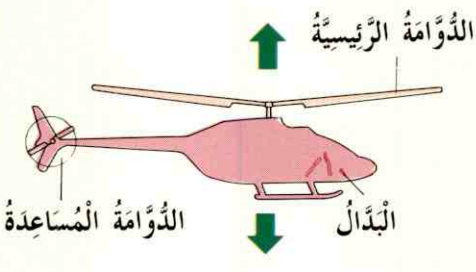
لِلصُّعُودِ ، يُزِيدُ الطَّيَّارُ خُطْوَةَ الدُّوَّامَةِ لِجَمِيعِ الشِّفْرَاتِ ، لِيَتَغَلَّبَ الرَّفْعُ عَلَى الْجَاذِبِيَّةِ .

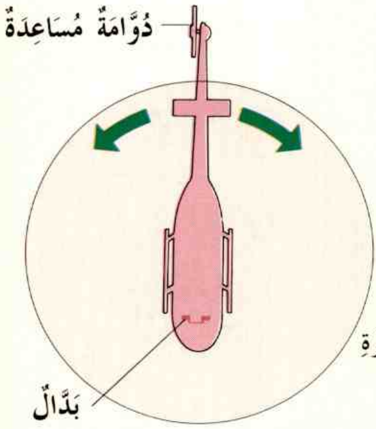




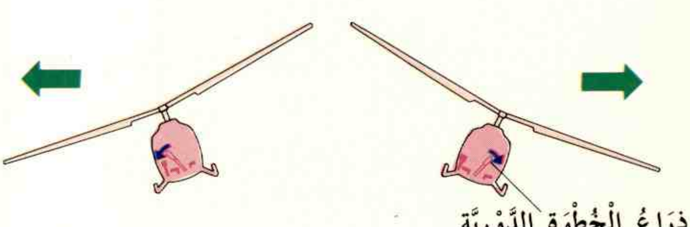
لِلطَّيَرَانِ إِلَى الْخَلْفِ ، يُوَجِّهُ الطَّيَّارُ زَاوِيَةَ قُرْصِ الدُّوَّامَةِ نَاحِيَةَ الْمُؤَخِّرَةِ .

لِلتَّحْوِيمِ ، يَضْبِطُ الطَّيَّارُ خُطْوَةَ الدُّوَّامَةِ ، لِيَتَّزِنَ الرَّفْعُ مَعَ الْجَاذِبِيَّةِ .





لِيُغَيِّرَ مَسَارَهُ ، يَضْبِطُ الطَّيَّارُ خُطْوَةَ شِفْرَةِ الدُّوَّامَةِ الْمُسَاعِدَةِ .



لِلانْحِرَافِ ، يُمِيلُ الطَّيَّارُ قُرْصَ الدُّوَّامَةِ إِلَى الْيَسَارِ أَو الْيَمِينِ .

مَا هُوَ الْمُنْطَادُ ؟

تُوجَدُ الْمناطِيدُ عَلَى ثَلاثَةِ أَنْوَاعٍ : الصُّلْبَةُ ذَاتُ جُذُوعٍ هَيْكَلِيَّةٍ مِنْ سَبائِكَ خَفِيفَةٍ ، وَغَيْرُ الصُّلْبَةِ عَدِيمَةُ الْهَيْكَلِ ، وَنِصْفُ الصُّلْبَةِ الَّتِي تَجْمَعُ بَيْنَ النَّوْعَيْنِ الْأَوَّلَيْنِ . وَالْمناطِيدُ الصُّلْبَةُ ، مِثْلُ مُنْطَادِ هِنْدِنْبرج قَلِيلِ الْحَظِّ ، قَد اخْتَفَتْ . أَمَّا الْمناطِيدُ غَيْرُ الصُّلْبَةِ فَهِىَ الشَّائِعَةُ الْيَوْمَ .

وَيتكَوَّنُ الْمُنْطَادُ غَيْرُ الصُّلْبِ مِنْ غِلافٍ كَبِيرٍ مِن الْبُولِيسْتَر مَمْلُوءٍ بِالْهِيلْيُوم ، تُعَلَّقُ أَسْفَلَهُ مَقْصُورَةٌ وَدَاخِلَ الْغِلافِ يُوجَدُ كِيسٌ كَبِيرٌ ذُو جُزْأَيْنِ يُسَمَّى حُجَيْرَةَ الْمُنْطَادِ . وَبِتَبْدِيلِ الْهَوَاءِ دَاخِلَ الْحُجَيْرَةِ يَرْفَعُ مُقَدِّمَةَ الْمُنْطَادِ أَوْ يَخْفِضُهَا . وَمُحرِّكَاتُ الْمَرَاوِحِ عَلَى الْمَقْصُورَةِ تُحرِّكُ الْمُنْطَادَ إِلَى الْأَمَامِ ، بَيْنَمَا تَضْبطُ أَرْبَعُ مُتوازِنَاتٍ الْمسَارَ وَالارْتِفَاعَ .

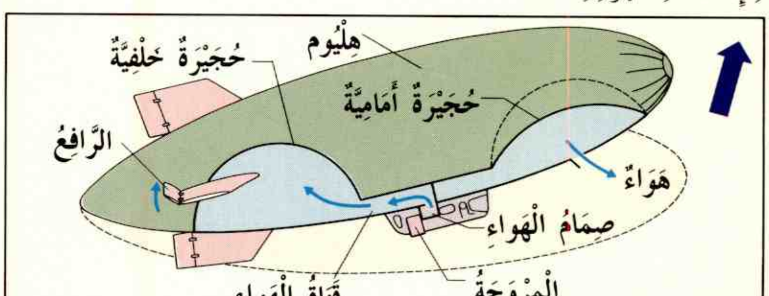




الْمناطِيدُ ذَاتُ مَنْظَرٍ جَذَّابٍ لَافِتٍ لِلانْتِبَاهِ ، وَهَذَا يَجْعَلُهَا وَسِيلَةً مَحْبُوبَةً لِلإِعْلانَاتِ الْهَوَائِيَّةِ .

حُجَيْرَةُ الْمُنْطَادِ

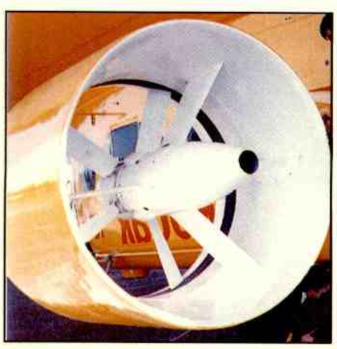
يَزْدَادُ وَزْنُ الْمُنْطَادِ كُلَّمَا دَخَلَ هَوَاءٌ إِلَى الْحُجَيْرَةِ ، لِأَنَّ الْهِيلْيُوم أَخَفُّ مِن الْهَوَاءِ . وَيُمْكِنُ تَحْرِيكُ الْهَوَاءِ بَيْنَ الْجُزْأَيْنِ الْأَمَامِىِّ وَالْخَلْفِىِّ لِحُجَيْرَةِ الْمُنْطَادِ لِيَزِيدَ وَزْنُ الْمُقَدِّمَةِ أَو وَزْنُ الذَّيْلِ . فَعِنْدَمَا يَمْلأُ الْهَوَاءُ الْحُجَيْرَةَ الْخَلْفِيَّةَ ، يَهْبِطُ ذَيْلُ الْمُنْطَادِ ، فَتَرْتَفِعُ الْمُقَدِّمَةُ . وَبِاسْتِخْدَامِ هَذِهِ الْحَرَكَةِ مَعَ دَفْعِ الْمُحَرِّكِ وَتَحكُّمِ الرَّافِعِ ، يُمكِنُ لِلطَّيَّارِ أَنْ يَرْتَفِعَ بِالْمُنْطَادِ أَو يَنْخَفِضَ بِهِ .

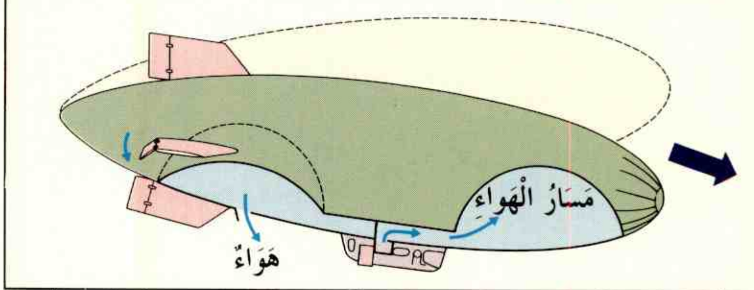


يَصْعَدُ الْمُنْطَادُ بِدَفْعِ هَوَاءٍ إِلَى الْحُجَيْرَةِ الْخَلْفِيَّةِ لِلْمُنطَادِ ، فَتَمِيلُ الْمُقَدِّمَةُ لِأَعْلَى .

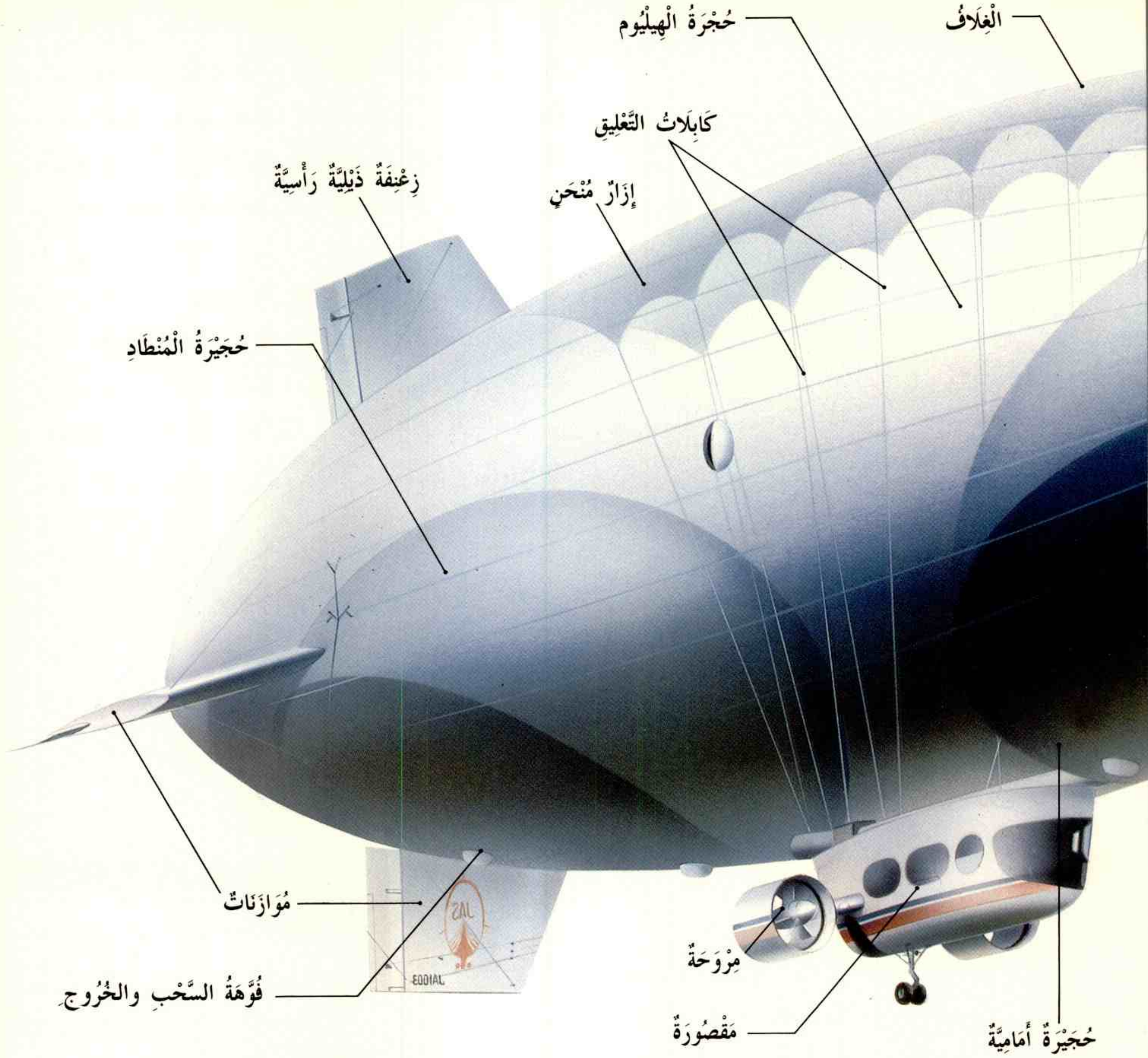
الْمَراوِحُ

يَتحكَّمُ الطَّيَّارُ فِى الارْتِفَاعِ وَالنُّزُولِ بِتَبْدِيلِ مَوْضِعِ الْهَوَاءِ فِى الْحُجَيْرَةِ ، وَأَيْضًا بِتَغْيِيرِ زَاوِيَةِ مُحرِّكَاتِ الْمَرَاوِحِ ، فَتَجْذِبُ الْمُنْطَادَ إِلَى أَعْلَى أَوْ إِلَى أَسْفَلَ .

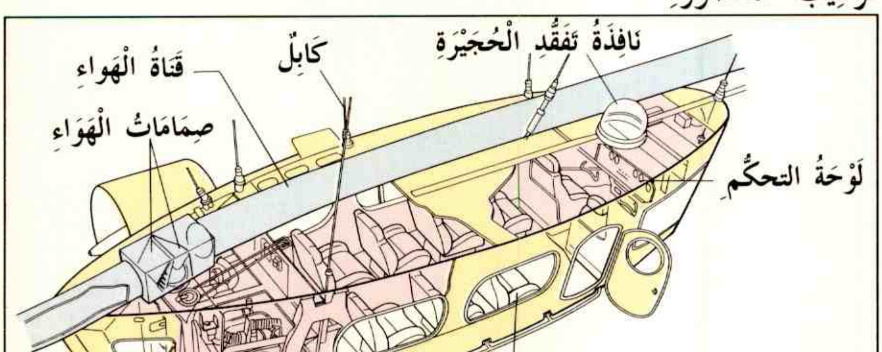




يَهْبِطُ الْمُنْطَادُ بِدَفْعِ هَوَاءٍ إِلَى الْحُجَيْرَةِ الْأَمَامِيَّةِ لِلْمُنطَادِ ، فَتَمِيلُ الْمُقَدِّمَةُ لِأَسْفَلَ .

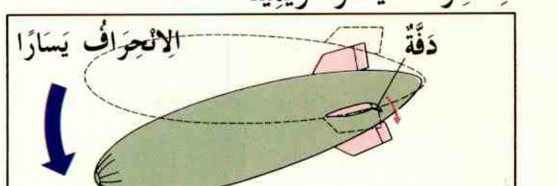


تَرْكِيبُ الْمقْصُورَةِ

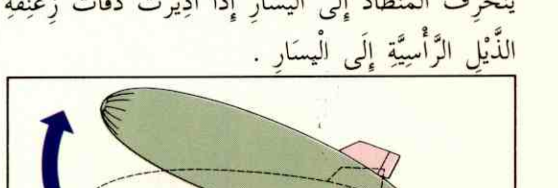


تَتَركَّبُ الْمقْصُورَةُ مِنْ غُرْفَةِ الْقِيَادَةِ ، وَقِسْمِ الرُّكَّابِ ، وَالْمُحرِّكَاتِ ، وَصِهْرِيجِ الْوَقُودِ .

الِانْحِرَافُ يَسَارًا وَيمِينًا



يَنْحرِفُ الْمُنْطَادُ إِلَى الْيَسَارِ إِذَا أُدِيرَتْ دَفَّاتُ زِعْنِفَةِ الذَّيْلِ الرَّأْسِيَّةِ إِلَى الْيَسَارِ .



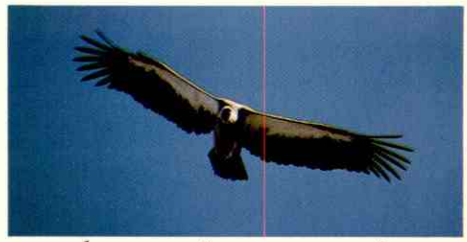
يَنْحرِفُ الْمُنْطَادُ إِلَى اليَمِينِ إِذَا أُدِيرَتْ دَفَّاتُ زِعْنِفَةِ الذَّيْلِ الرَّأْسِيَّةِ إِلَى الْيَمِينِ .

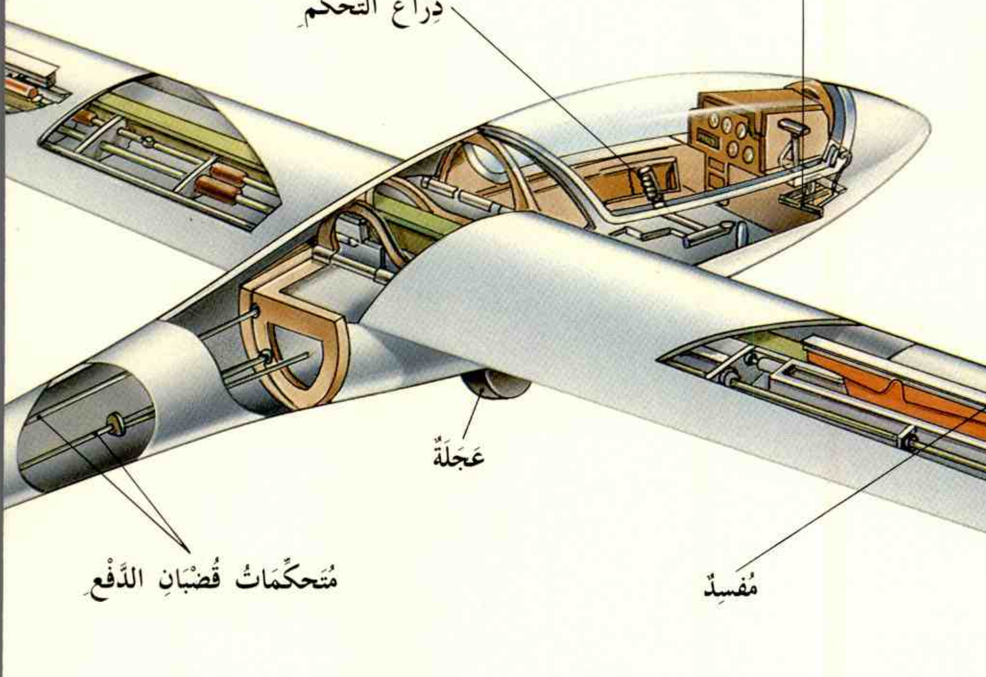
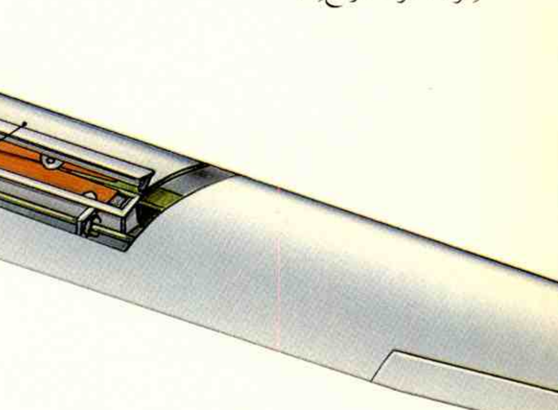
كَيْفَ تَظَلُّ الطَّائِرَةُ الشِّرَاعِيَّةُ مُحَلِّقَةً ؟

تَعْتَمِدُ الطَّائِرَةُ الشِّرَاعِيَّةُ الْمُحَلِّقَةُ عَلَى نَفْسِ قُوَّةِ الرَّفْعِ الَّتِى تَسْمَحُ لِلطَّائِرَاتِ الْعَادِيَّةِ بِالطَّيَرَانِ . وَفِى الطَّيَرَانِ بِمُحَرِّكَاتٍ ، تَتَوَلَّدُ قُوَّةُ الرَّفْعِ فَوْقَ الْأَجْنِحَةِ عِنْدَمَا تَدْفَعُ الْمُحَرِّكَاتُ الطَّائِرَةَ خِلَالَ الْهَوَاءِ . وَتَسْتَخْدِمُ الطَّائِرَةُ الشِّرَاعِيَّةُ الْجَاذِبِيَّةَ كَمَصْدَرٍ لِقُدْرَتِهَا بَدَلًا مِنَ الْمُحَرِّكِ . وَيَنْتُجُ عَنْ سَحْبَةِ الْإِقْلَاعِ الِابْتِدَائِيَّةِ وَجَذْبِ الْجَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ وَالتَّيَّارَاتِ الْحَرَارِيَّةِ الصَّاعِدَةِ . وَسُرْعَةِ الْهَوَاءِ الْأَمَامِيَّةِ لِلطَّائِرَةِ الشِّرَاعِيَّةِ ، تَوَفُّرُ انْسِيَابًا سَرِيعًا لِلْهَوَاءِ فَوْقَ وَتَحْتَ الْأَجْنِحَةِ فَتَتَوَلَّدُ قُوَّةُ الرَّفْعِ .



طَائِرَةٌ شِرَاعِيَّةٌ رَفِيعَةٌ مُحَلِّقَةٌ لَهَا جِسْمٌ ضَيِّقٌ وَأَجْنِحَةٌ طَوِيلَةٌ ، وَقُوَّةُ الرَّفْعِ فِيهَا أَكْبَرُ مِنْ مَثِيلَتِهَا ذَاتِ الْمُحَرِّكَاتِ .


نَسْرٌ يُحَلِّقُ فَوْقَ تَيَّارَاتِ الْهَوَاءِ بِنَشْرِ أَجْنِحَتِهِ لِتَوَلُّدَ قُوَّةَ الرَّفْعِ .

نَظَرِيَّةُ التَّحْلِيقِ

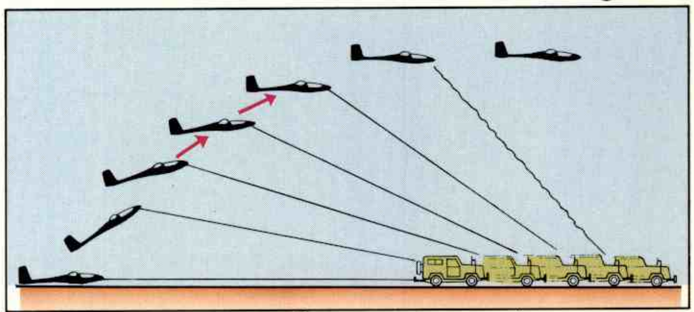


قَائِدُ الطَّائِرَةِ الشِّرَاعِيَّةِ يَجِبُ أَنْ يُوَازِنَ الْقُوَى الْأَرْبَعَةَ : الْجَاذِبِيَّةَ ، وَالرَّفْعَ ، وَمُقَاوَمَةَ الْهَوَاءِ ، وَالسُّرْعَةَ .

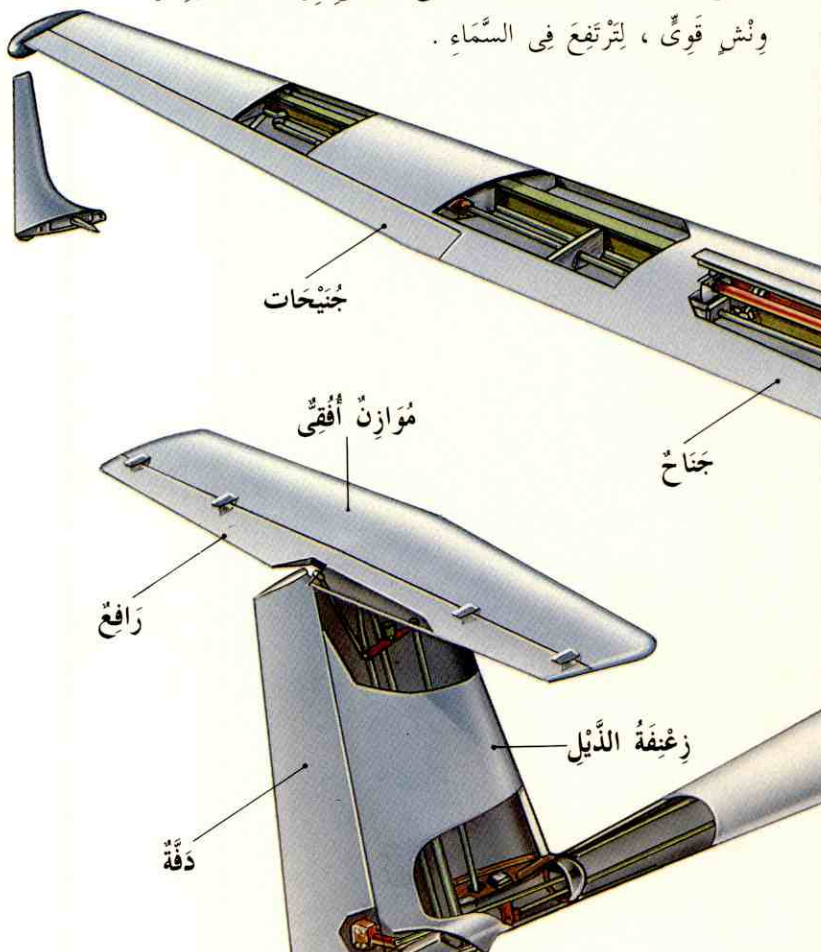
وَظِيفَةُ الْمُفْسِدِ



تَطِيرُ الطَّائِرَاتُ الشِّرَاعِيَّةُ بِالِاحْتِفَاظِ بِزَاوِيَةٍ مِثَالِيَّةٍ بِالنِّسْبَةِ لِلْأَرْضِ . وَلِلْهُبُوطِ ، تُرْفَعُ الْمُفْسِدَاتُ الَّتِى عَلَى الْأَجْنِحَةِ لِتُوَلِّدَ مُقَاوَمَةً هَوَائِيَّةً وَتُغَيِّرَ السُّرْعَةَ وَزَاوِيَةَ الِاقْتِرَابِ .

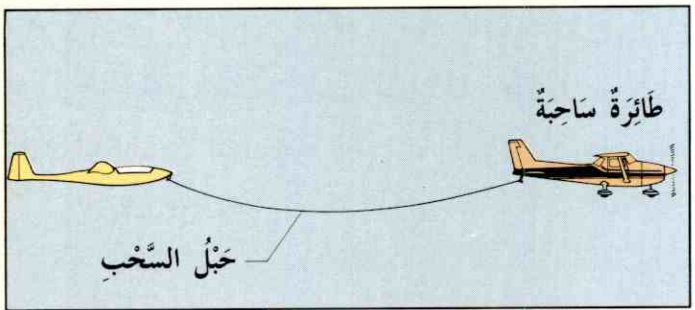


يُمكِنُ سَحْبُ الطَّائِرَةِ الشِّرَاعِيَّةِ عَلَى الْأَرْضِ بِوَاسِطَةِ سَيَّارَةٍ أَوْ وِنْشٍ قَوِيٍّ ، لِتَرْتَفِعَ فِى السَّمَاءِ .





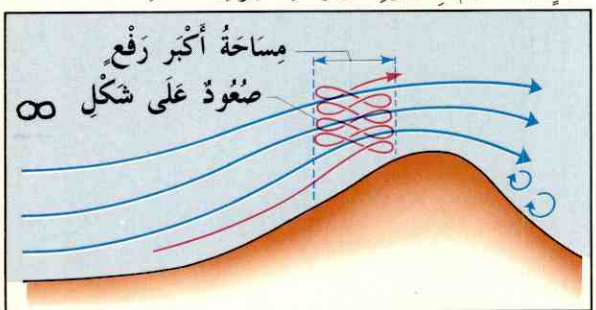
طَائِرَةٌ شِرَاعِيَّةٌ تَفْتَحُ مُفْسِدَاتِهَا لِتَضْبِطَ سُرْعَتَهَا .



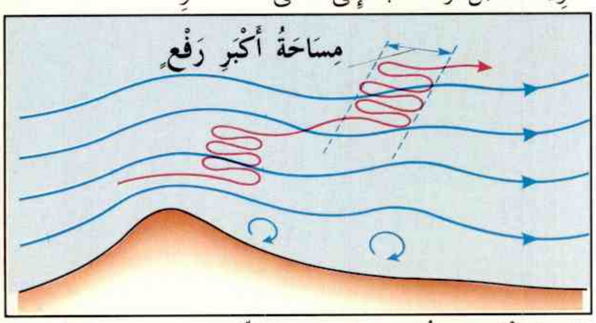
يُمكِنُ أَيْضًا جَذْبُ الطَّائِرَةِ الشِّرَاعِيَّةِ لِتَرْتَفِعَ عَالِيًا بِطَائِرَةٍ سَاحِبَةٍ تُطْلِقُ الطَّائِرَةَ الشِّرَاعِيَّةَ بَعْدَ ذَلِكَ لِتَطِيرَ بِنَفْسِهَا .

رُكُوبُ تَيَّارَاتِ الْهَوَاءِ

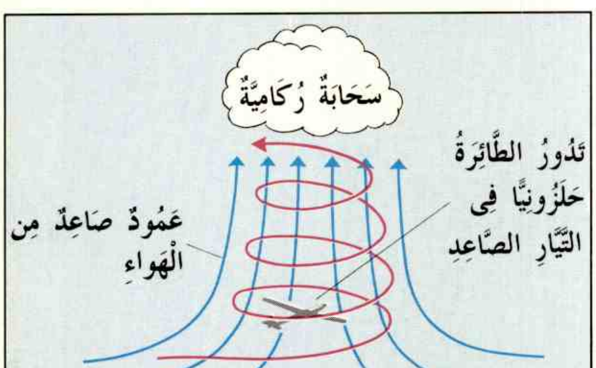
يُمكِنُ زِيَادَةُ مُدَّةِ بَقَاءِ الطَّائِرَةِ الشِّرَاعِيَّةِ فِى الْهَوَاءِ بِوَاسِطَةِ طَيَّارٍ يَسْتَخْدِمُ بِمَهَارَةٍ التَّيَّارَاتِ الْهَوَائِيَّةَ السَّائِدَةَ .



تُكَوِّنُ التَّيَّارَاتُ الصَّاعِدَةُ الْجَبَلِيَّةُ قُوَّةَ رَفْعٍ هَائِلَةً ، لِأَنَّ الرِّيَاحَ الْقَوِيَّةَ تَتَقَابَلُ وَتَنْسَابُ إِلَى أَعْلَى الْمُنْحَدَرِ .



الرِّيَاحُ الْمُتَصَادِمَةُ مَعَ قِمَّةِ جَبَلٍ تُوَلِّدُ مَوْجَاتٍ مِنَ التَّيَّارَاتِ الصَّاعِدَةِ الْجَبَلِيَّةِ فَوْقَ الْمُنْحَدَرِ الْمُضَادِّ .



التَّيَّارَاتِ الْهَوَائِيَّةُ السَّاخِنَةُ الصَّاعِدَةُ مِنَ الْأَرْضِ الَّتِى سَخَّنَتْهَا الشَّمْسُ ، يُمْكِنُهَا أَنْ تَحْمِلَ الطَّائِرَاتِ الشِّرَاعِيَّةَ إِلَى ارْتِفَاعَاتٍ عَالِيَةٍ .

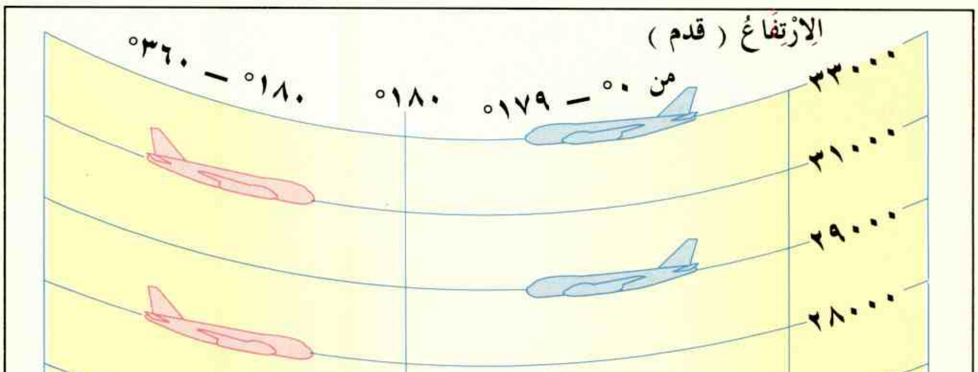
كَيْفَ يَتِمُّ التَّحَكُّمُ فِى حَرَكَةِ الْمُرُورِ الْجَوِّىِّ ؟

تَزْدَحِمُ السَّمَاءُ يَوْمِيًّا بِآلَافِ الْمَرْكَبَاتِ الْهَوَائِيَّةِ . وَقَدْ وُضِعَتْ قَوَاعِدُ عَالَمِيَّةٌ لِلطَّيَرَانِ تَحْكُمُ كُلَّ حَرَكَةِ الْمُرُورِ الْجَوِّىِّ لِتُوَفِّرَ الْأَمَانَ وَالْكَفَاءَةَ . وَتَطِيرُ الطَّائِرَاتُ فِى مَمَرَّاتِ الطَّيَرَانِ الَّتِى يَبْلُغُ عَرْضُهَا حَوَالَى ٩ أَمْيَالٍ تفصلُهَا مَسَافَاتٌ رَأْسِيَّةٌ مِنْ ١٠٠٠ إِلَى ٢٠٠٠ قَدَمٍ . فَالطَّائِرَاتُ الَّتِى تَتَّجِهُ حَسْبَ الْوِجْهَةِ الْمغْنَاطِيسِيَّةِ بِالْبُوصلَةِ مِنْ ٠° إِلَى ١٧٩° تَطِيرُ عَلَى ارْتِفَاعَاتٍ عَلَى عَدَدٍ فَرْدِىٍّ مِنْ آلَافِ الْأَقْدَامِ مِثْلِ ٣٠٠٠ قَدَمٍ أَوْ ٥٠٠٠ قَدَمٍ ، وَهَكَذَا . أَمَّا الطَّائِرَاتُ الَّتِى تَتَّجِهُ مِنْ ١٨٠ إلى ٣٥٩° فَإِنَّهَا تَطِيرُ عَلَى ارْتِفَاعٍ هُوَ عَدَدٌ زَوْجِىٌّ مِنْ آلَافِ الْأَقْدَامِ مِثْلِ ٢٠٠٠ ، ٤٠٠٠ قَدَم ، .... وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ فَإِنَّ الطَّائِرَاتِ الَّتِى تَقْتَرِبُ مِنْ بَعْضِهَا تَكُونُ عَلَى مَسَافَةِ ١٠٠٠ قَدَمٍ عَلَى الْأَقَلِّ مِنْ بَعْضِهَا الْبَعْضِ . وَفَوْقَ ٢٩٠٠٠ قَدَمٍ تَكُونُ الْمَسَافَاتُ بَيْنَهَا ٢٠٠٠ قَدَمٍ عَلَى الْأَقَلِّ . أَمَّا الطَّائِرَاتُ الْخَاصَّةُ الصَّغِيرَةُ فَلَيْسَ لَهَا طُرُقٌ مُحَدَّدَةٌ وَيُمْكِنُهَا اخْتِيَارُ خُطَطِ طَيَرَانِهَا فِى حُدُودِ الِالْتِزَامِ بِقَوَاعِدِ الطَّيَرَانِ الْمَحَلِّيَّةِ .

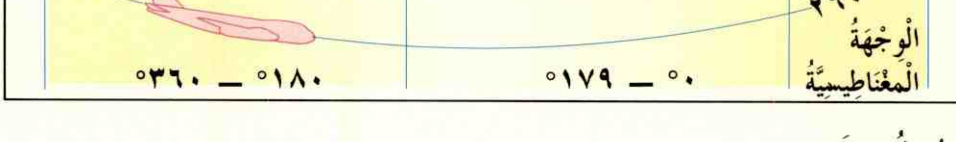


أَجْهِزَةُ بَيَانِ الطَّيَرَانِ

الطَّائِرَةُ الَّتِى تَسْتَرْشِدُ فِى طَيَرَانِهَا بِأَجْهِزَةِ بَيَانِ الطَّيَرَانِ تَطِيرُ بِسَلَامٍ مُحَافِظَةً عَلَى الْمَسَافَاتِ الْمُحَدَّدَةِ عَنْ مَسَارَاتِ الطَّائِرَاتِ الْأُخْرَى . وَتُحَدَّدُ ارْتِفَاعَاتُ الطَّوَافِ لِكُلِّ اتِّجَاهِ طَيَرَانٍ وَتُحَافِظُ الطَّائِرَةُ عَلَى مَسَافَاتٍ رَأْسِيَّةٍ لَا تَقِلُّ عَنْ ١٠٠٠ قَدَمٍ .



الْهُبُوطُ بِسَلَامٍ



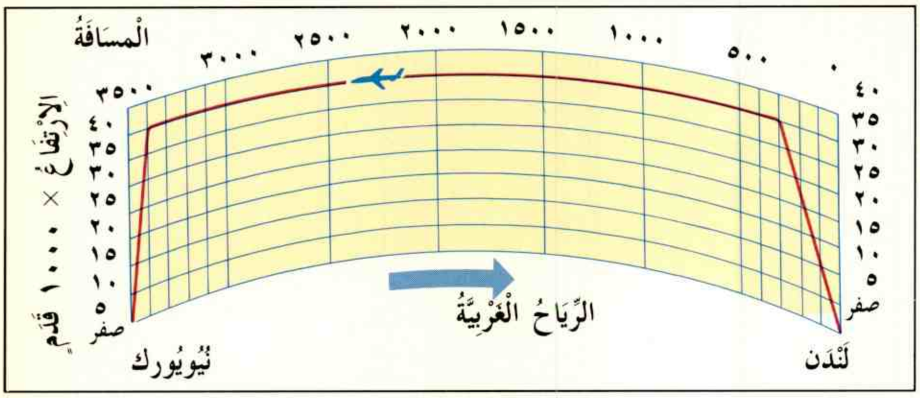
فِى هَذَا الرَّسْمِ ، يُحَافَظُ بَيْنَ الطَّائِرَاتِ الطَّوَّافَةِ عَلَى فَاصِلٍ زَمَنِىٍّ يَبْلُغُ ١٠ دَقَائِقَ .

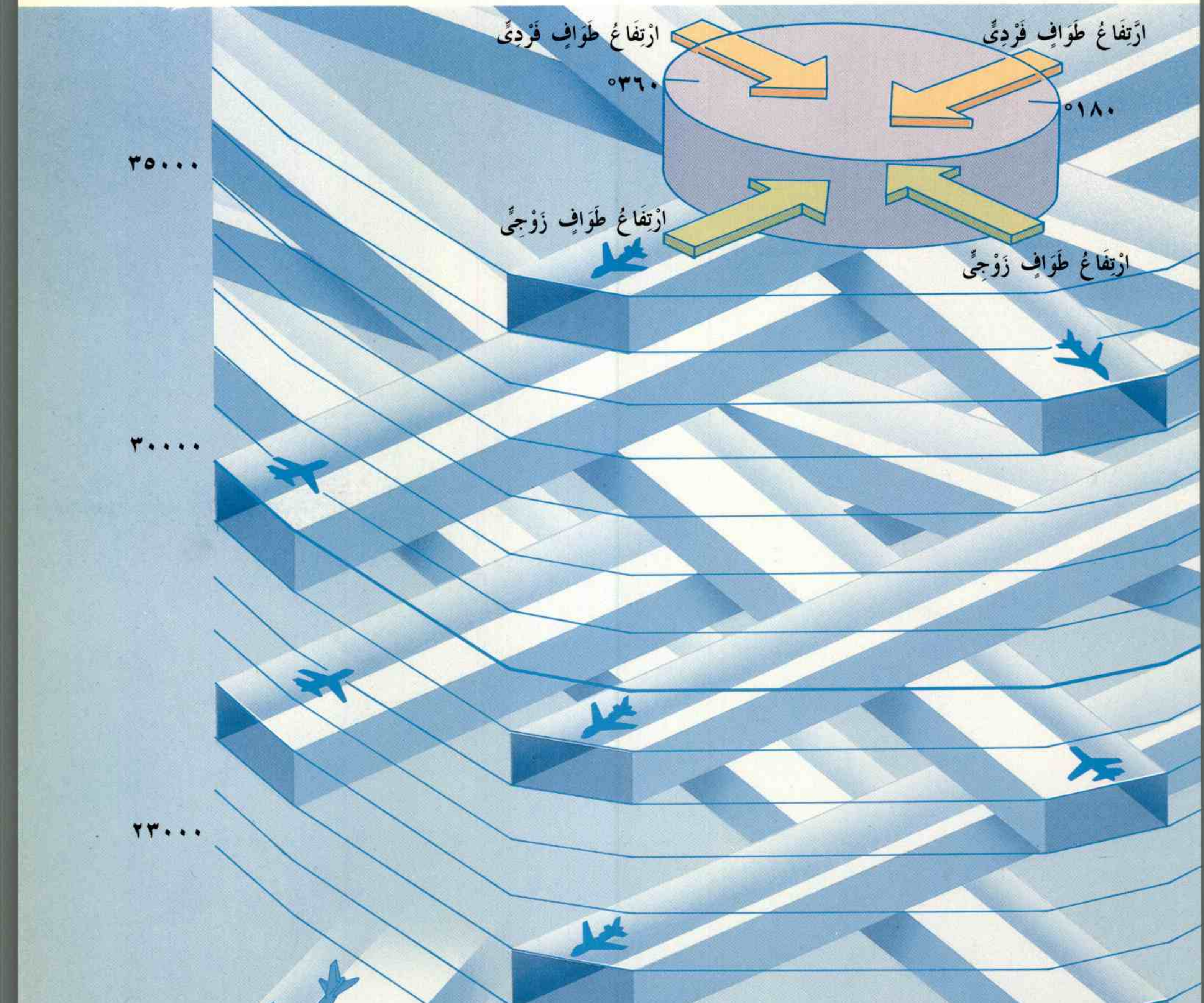
الطَّائِرَةُ الْمُقْتَرِبَةُ ، تَهْبِطُ مَعَ الِاحْتِفَاظِ بِفَاصِلٍ زَمَنِىٍّ لَا يَقِلُّ عَنْ ٥ دَقَائِقَ بَيْنَهَا وَبَيْنَ أَىِّ مَسَارٍ آخَرَ .

الطَّائِرَةُ الصَّاعِدَةُ أَيْضًا تُحَافِظُ عَلَى فَاصِلٍ زَمَنِىٍّ لَا يَقِلُّ عَنْ ٥ دَقَائِقَ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الطَّائِرَاتِ الْأُخْرَى .

مَمرَّاتُ الطَّيَرانِ عَبْرَ الْأَطْلَنْطِي

تَطِيرُ طَائِرَاتُ الرُّكَّابِ الْعَابِرَةُ لِلْأَطْلَنْطِي مِنْ لَنْدَن إِلَى نُيويُورك عَلَى ارْتِفاعِ الطَّوَافِ ٣٥٠٠٠ قَدَمٍ تَقْرِيبًا . وَبَعْدَ الْإِقْلاعِ ، تَقُومُ الطَّائِرَاتُ بِصُعُودٍ ثَابِتٍ لِحَوَالَى ٣٠٠ مِيلٍ قَبْلَ أَنْ تَسْتَقِرَّ عِنْدَ ارْتِفاعِ طَوَافِهَا . وَتَسْتَغْرِقُ الرِّحْلَةُ مِنْ لَنْدَن إِلَى نُيويُورك مُدَّةً أَطْوَلَ مِنْهَا مِنْ نُيويُورك إِلَى لَنْدَن بِسَبَبِ الرِّيَاحِ الْغَرْبِيَّةِ الْقَوِيَّةِ .



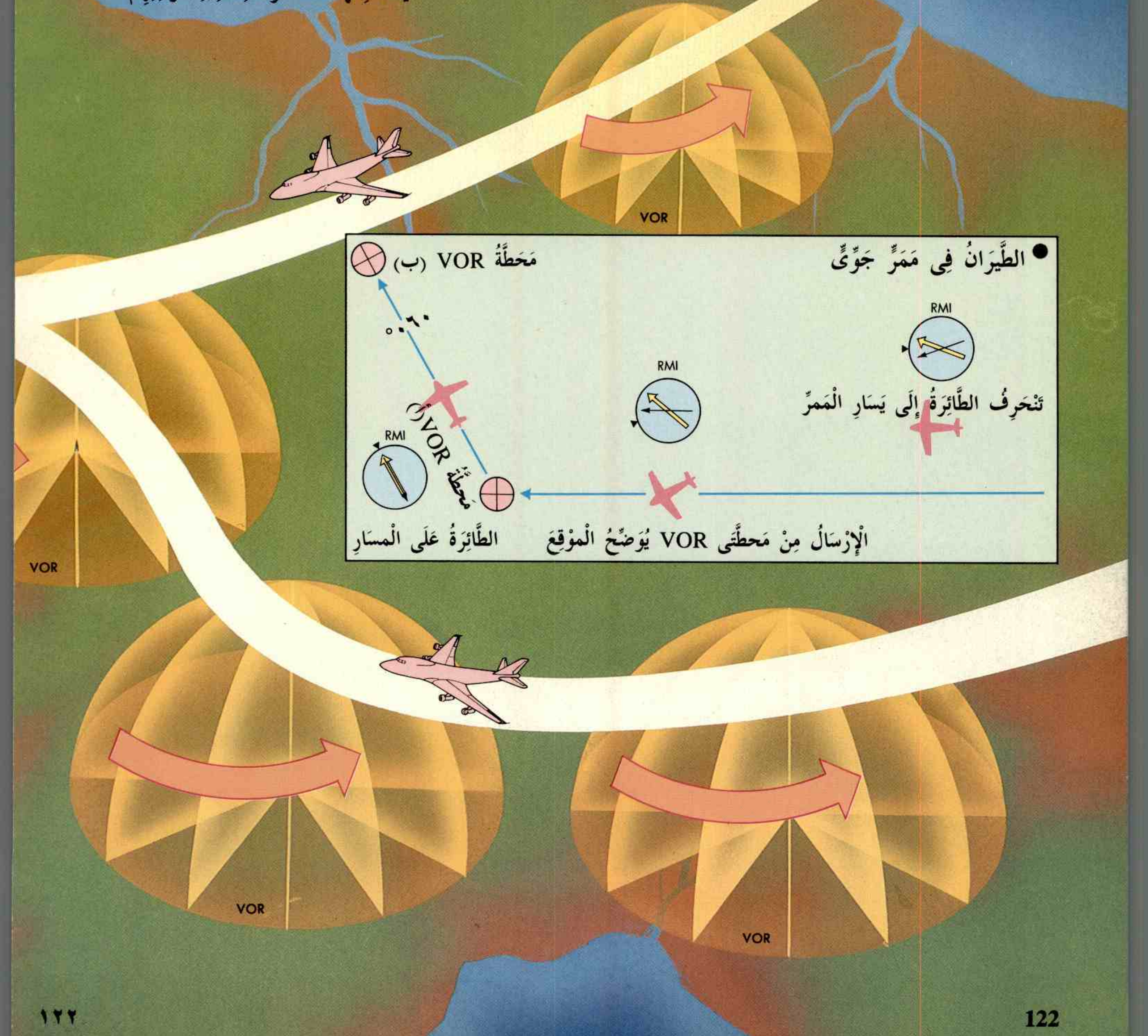


كَيْفَ يَتَتَبَّعُ الطَّيَّارُونَ الممرَّاتِ الْجوِّيَّةَ ؟

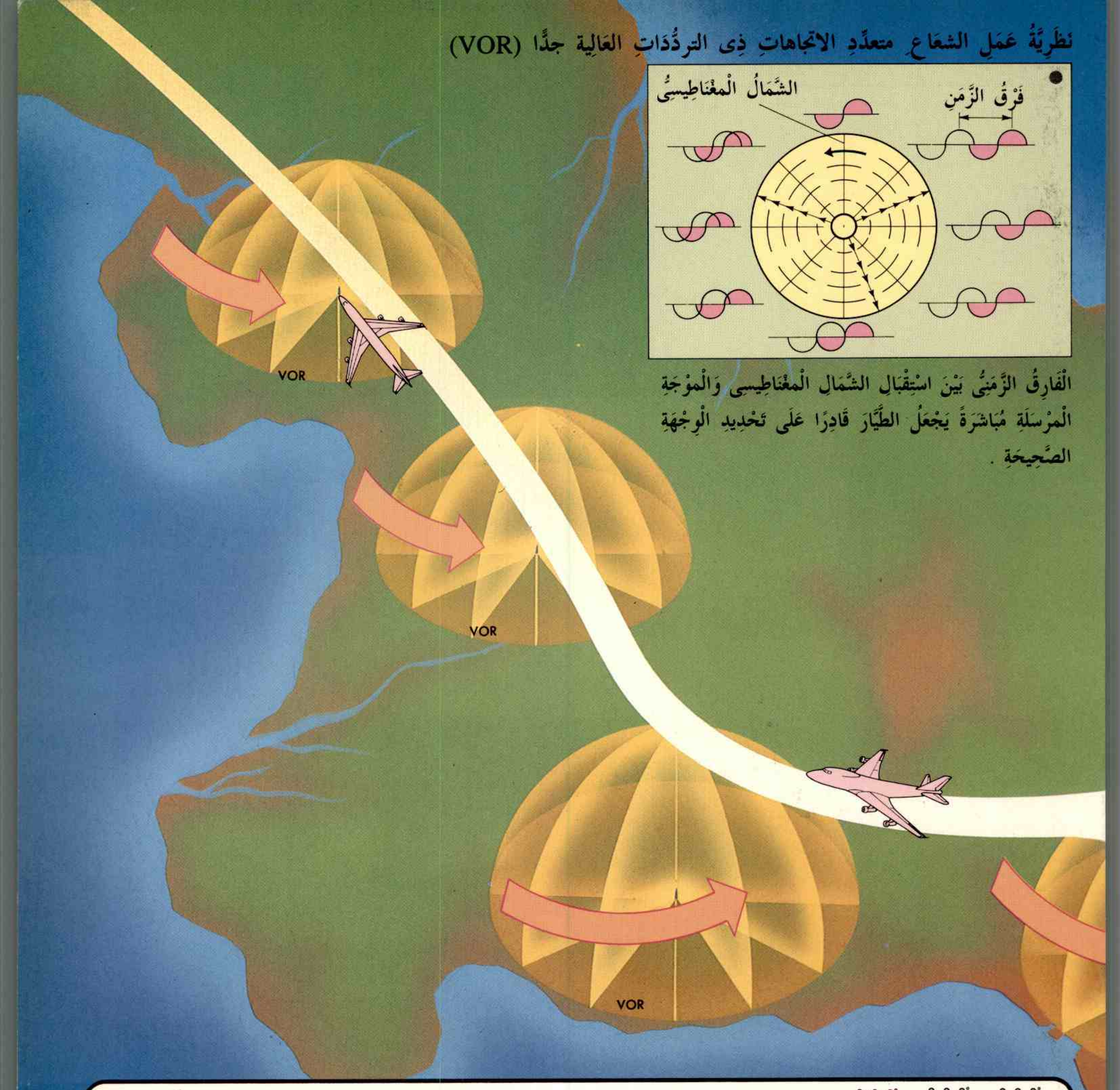
طَائِرَاتُ الرُّكَّابِ الضَّخْمَةُ مِثْلُ بُوِينْج ٧٤٧ (الجامبو) تَتَّبِعُ مَسَارَاتِ الْمُرُورِ الْجوِّىِّ الَّتِى تَنْتَشِرُ فِى جَمِيعِ الِاتِّجاهَاتِ وَتَتَّصِلُ بِقَوَاعِدَ أَرْضِيَّةٍ مِلَاحِيَّةٍ مُسَاعِدَةٍ تُسَمَّى VOR (الشُّعَاعَ المُتَعَدِّدَ الاتجاهَاتِ ذا التَرَدُّدَاتِ العالية جدًّا) . وَتَبْعَثُ مَحطَّةُ VOR مَوْجَتَيْنِ لَاسِلْكِيَّتَينِ تُظْهِرَانِ الشَّمَالَ الْمغْنَاطِيسِى وَكُلَّ الاتِّجاهَاتِ فِى مَدَى ٣٦٠° . وَيَقْرَأُ مَلَّاحُ الطَّائِرَةِ مَوْجَاتِ اللَّاسِلْكِىِّ عَلَى مُسْتَقْبِلِ VOR وَيَجِدُ اتِّجَاهَ الطَّائِرَةِ وَمَوْقِعَهَا بِالنِّسْبَةِ لِلْمَحطَّةِ . وَتُبَيِّنُ الْوِجْهَةُ الصَّحِيحَةُ عَلَى الْمُبيِّنِ الْمَغْنَاطِيسِىِّ لِلَّاسِلْكِى (RMI) وَالْمُبَيِّنِ لِلْمَوْقِعِ الْأُفُقِىِّ (HSI) وَمُبَيِّنِ انْحِرَافِ الْمسَارِ (CDI).



تُرْسِلُ مَحطَّةُ VOR مَوْجَةَ لَاسِلْكِى يَسْتَخْدِمُهَا الْملَّاحُونَ لِتحْدِيدِ مَوَاقِعِهِمْ .



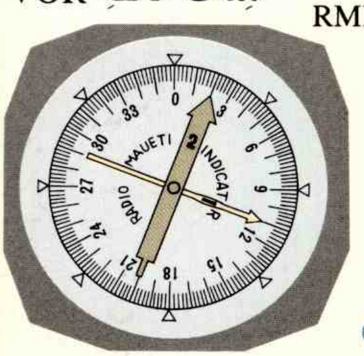
نَظَرِيَّةُ عَمَلِ الشعَاعِ متعدِّدِ الاتجاهاتِ ذِى الترَدُّدَاتِ العَالِية جدًّا (VOR)



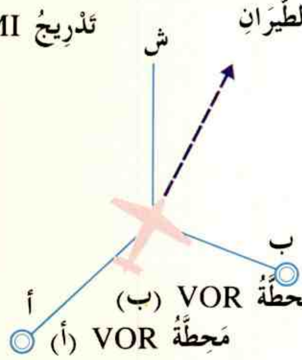
الْفَارِقُ الزَّمَنِىُّ بَيْنَ اسْتِقْبَالِ الشَّمَالِ الْمغْنَاطِيسِى وَالْموْجَةِ الْمرْسَلَةِ مُبَاشَرَةً يَجْعَلُ الطَّيَّارَ قَادِرًا عَلَى تَحْدِيدِ الْوِجْهَةِ الصَّحِيحَةِ .

مُعِدَّاتُ مَحطَّةِ VOR

تَدْرِيجُ RMI



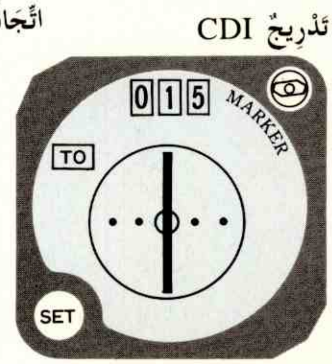
اتِّجَاهُ الطَّيَرَانِ

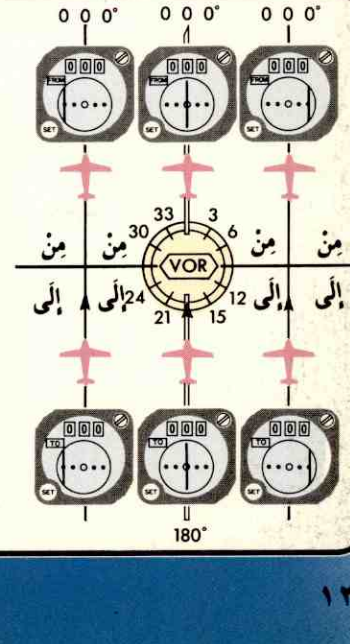


مَحطَّةُ VOR (ب)
مَحطَّةُ VOR (أ)

تُبَيِّنُ الْمؤَشِّرَاتُ اتِّجَاهَاتِ مَحطَّاتِ VOR. وَفِى الرَّسْمِ الْعُلْوِىِّ ، تُظْهِرُ الْإِبْرَةُ الرَّفِيعَةُ وِجْهَةَ مَحطَّةِ (أ) وَالْمُؤَشِّرُ الْعَرِيضُ وِجْهَةَ مَحطَّةِ (ب) .

تَدْرِيجٌ CDI



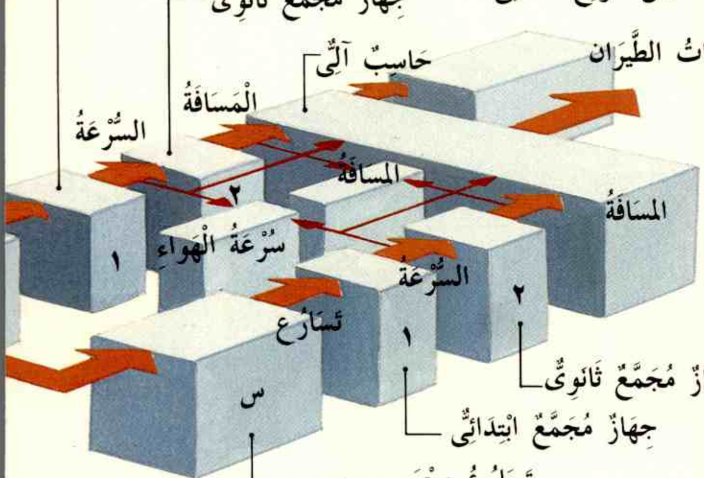


يُظْهِرُ وَضْعُ الْإِبْرَةِ مَوْضِعَ الطَّائِرَةِ بِالنِّسْبَةِ لمحطَّةِ VOR.

لِمَاذَا لَا تَضِلُّ الطَّائِرَاتُ طَرِيقَهَا؟

عِنْدَمَا تَطِيرُ الطَّائِرَةُ فَوْقَ مَنَاطِقَ لَا تُوجَدُ بِهَا مَحَطَّاتٌ إِرْشَادِيَّةٌ لَاسِلْكِيَّةٌ أَرْضِيَّةٌ ـ مِثْلَ فَوْقَ الْمُحِيطَاتِ ـ فَإِنَّ الطَّيَّارِينَ يَهْتَدُونَ إِلَى مَوَاقِعِهِمْ بِاسْتِخْدَامِ نِظَامِ الْمِلَاحَةِ الْقَصْرِى (INS). وَيَتَكَوَّنُ هَذَا النِّظَامُ مِنْ جِيرُوسْكُوب (بوصلة دوارة) وَمِقْيَاسِ تَسَارُعٍ مَبْنِىٍّ عَلَيْهِ، وَهُوَ يُسَاعِدُ فِى حِسَابِ اتِّجَاهِ الطَّيَرَانِ وَالسُّرْعَةِ وَالْمَسَافَةِ الْمَقْطُوعَةِ. وَيُسَاعِدُ الْجِيرُوسْكُوب عَلَى الِاحْتِفَاظِ بِمُسْتَوَى الطَّائِرَةِ عَمُودِيًّا عَلَى اتِّجَاهِ الْجَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ لِأَسْفَلَ. وَمِقْيَاسُ التَّسَارُعِ الْمَوْجُودُ فِى الْمُوَازِنِ الْأُفُقِىِّ، يَكْشِفُ تَسَارُعَ الطَّائِرَةِ فِى أَىِّ اتِّجَاهٍ. ثُمَّ يَسْتَخْدِمُ حَاسِبٌ آلِىٌّ هَذِهِ الْبَيَانَاتِ لِيَحْسِبَ حَرَكَةَ الطَّائِرَةِ وَمَوْقِعَهَا.

وَيَتَّصِلُ نِظَامُ الْمِلَاحَةِ الْقَصْرِى بِالطَّيَّارِ الذَّاتِىِّ فِى قَمْرَةِ الْقِيَادَةِ. وَقَبْلَ الْإِقْلَاعِ، يُدْخِلُ الطَّيَّارُ إِلَى الْحَاسِبِ الْآلِىِّ خُطَّةَ الطَّيَرَانِ الْمَطْلُوبَةَ وَمَمَرَّاتِ الطَّيَرَانِ وَالسُّرْعَةَ وَالِارْتِفَاعَ. وَيَسْتَخْدِمُ الْحَاسِبُ الْآلِىُّ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ فِى تَوْجِيهِ الطَّائِرَةِ إِلَى الْجِهَةِ الْمَقْصُودَةِ بِاتِّبَاعِ الْمَمَرِّ السَّابِقِ تَحْدِيدُهُ دُونَ أَىِّ مُسَاعَدَةٍ إِضَافِيَّةٍ مِنَ الْأَرْضِ.





نِظَامُ الْمِلَاحَةِ الْقَصْرِى (INS) فِى قَمْرَةِ الْقِيَادَةِ يَبْدُو مُعَقَّدًا وَلَكِنَّهُ فِى الْوَاقِعِ بَسِيطُ التَّشْغِيلِ. فَيُدْخِلُ الطَّيَّارُ خُطَّةَ الطَّيَرَانِ مِنَ اللَّوْحَةِ الرَّئِيسِيَّةِ، وَبَعْدَ فَتْرَةٍ يُضِىءُ مِصْبَاحُ اخْتِيَارِ الطَّرِيقَةِ بِالضَّوْءِ الْأَخْضَرِ مُبَيِّنًا أَنَّ الْحَاسِبَ الْآلِىَّ قَدْ قَبِلَ الْبَيَانَاتِ.



إِدْخَالُهَا مَعًا لِلْحَاسِبِ الْآلِىِّ

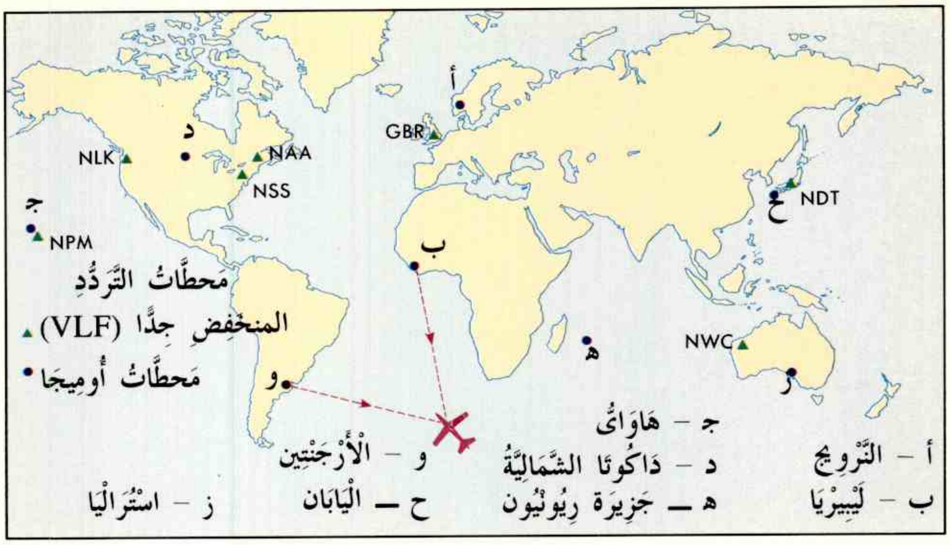
تَشْمَلُ بَيَانَاتُ خُطَّةِ الطَّيَرَانِ الْمُدْخَلَةُ إِلَى الْحَاسِبِ فِى نِظَامِ الْمِلَاحَةِ الْقَصْرِى خُطُوطَ الطُّولِ وَالْعَرْضِ لِمَكَانِ الْهُبُوطِ وَالْعَلَامَاتِ الْأَرْضِيَّةَ فِى الطَّرِيقِ. وَيُعَالِجُ الْحَاسِبُ الْآلِىُّ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ مَعَ بَيَانَاتِ مَقَايِيسِ التَّسَارُعِ لِيَحْسِبَ سُرْعَةَ الطَّائِرَةِ وَالْمَسَافَةَ الْمَقْطُوعَةَ. وَتُبَيِّنُ أَجْهِزَةُ قَمْرَةِ الْقِيَادَةِ أَيْضًا سُرْعَةَ الطَّائِرَةِ فِى الْهَوَاءِ وَعَلَى الْأَرْضِ، وَالْمَوْقِعَ الْحَالِىَّ، وَوِجْهَةَ الطَّائِرَةِ، وَاتِّجَاهَ الرِّيَاحِ وَسُرْعَتَهَا.



هَذِهِ الطَّائِرَةُ مُجَهَّزَةٌ بِنِظَامِ الْمِلَاحَةِ الْقَصْرِى وَيُمْكِنُهَا تَحْدِيدُ مَوْقِعِهَا فِى أَىِّ مَكَانٍ فِى الْعَالَمِ.

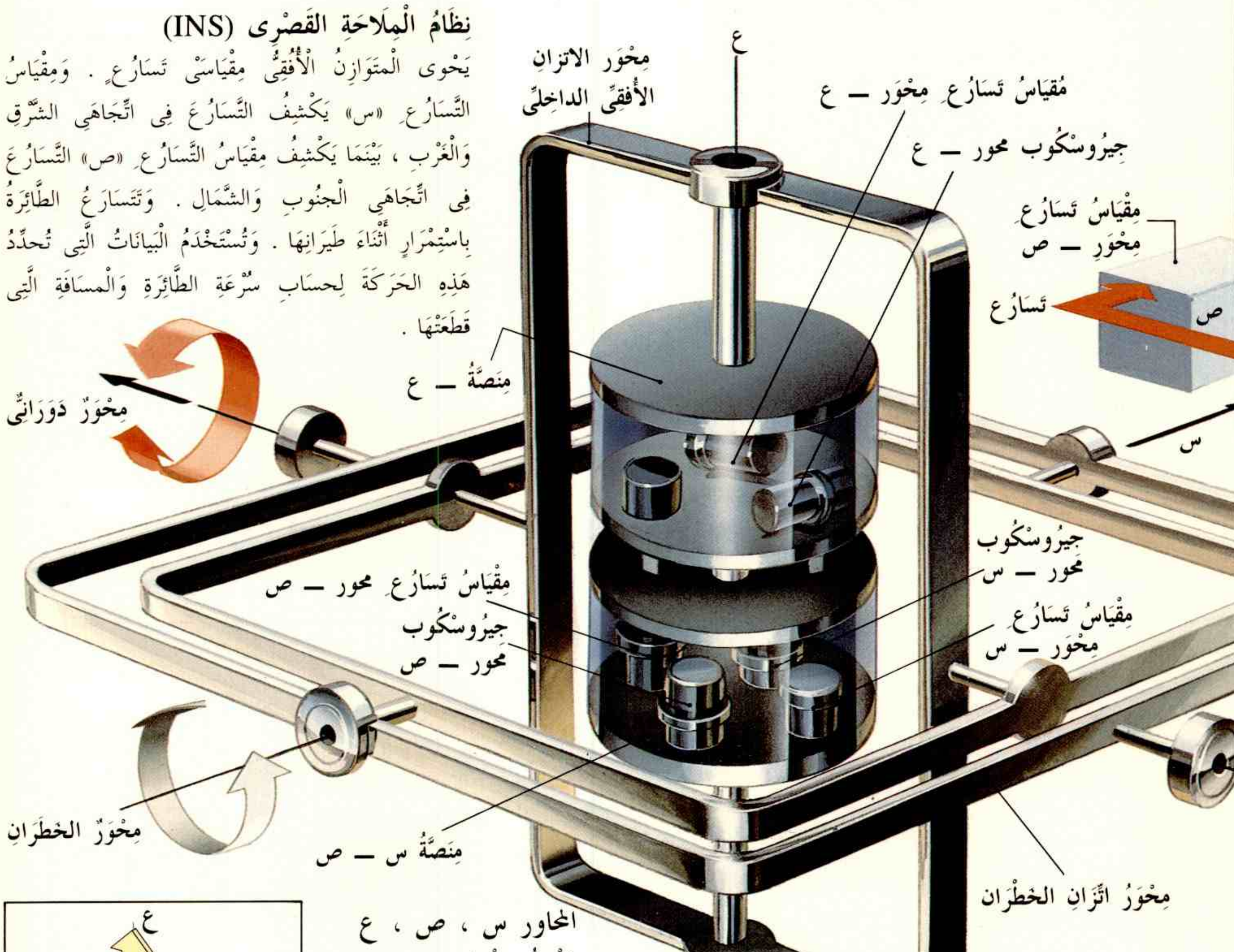
نِظَامُ أُومِيجَا

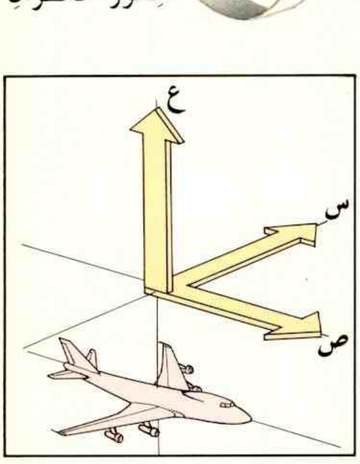
يُحَدِّدُ نِظَامُ الْأُومِيجَا مَوْقِعَ الطَّائِرَةِ بِحِسَابِ الْفَرْقِ الزَّمَنِيِّ بَيْنَ اسْتِقْبَالِ مَوْجَاتِ الرَّادْيُو مِنْ مَحَطَّتَيْنِ أَرْضِيَّتَيْنِ وَيُغَطِّى نِظَامُ الْأُومِيجَا سَطْحَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ مِنْ شَبَكَةٍ ذَاتِ ٨ مَحَطَّاتٍ فَقَطْ ، تَسْتَخْدِمُ تَرَدُّدَاتٍ مُنْخَفِضَةً جِدًّا (VLF) مِنَ ١٠ إِلَى ١٤ كيلو هرتز . وَبِوَاسِطَةِ هَذَا النِّظَامِ يَسْتَطِيعُ الْمَلَّاحُ التَّعَرُّفَ عَلَى مَوْقِعِ طَائِرَتِهِ عِنْدَ أَىِّ نُقْطَةٍ فِى السَّمَاءِ حَوْلَ الْعَالَمِ . وَتُوجَدُ مَحطَّاتُ الْأُومِيجَا فِى المواضع من أ إلى ح على هذه الخريطة .



نِظَامُ الْمِلَاحَةِ الْقَصْرِى (INS)

يَحْوِى الْمُتَوَازِنُ الْأُفُقِىُّ مِقْيَاسَىْ تَسَارُعٍ . وَمِقْيَاسُ التَّسَارُعِ «س» يَكْشِفُ التَّسَارُعَ فِى اتِّجَاهَىِ الشَّرْقِ وَالْغَرْبِ ، بَيْنَمَا يَكْشِفُ مِقْيَاسُ التَّسَارُعِ «ص» التَّسَارُعَ فِى اتِّجَاهَىِ الْجَنُوبِ وَالشَّمَالِ . وَتَتَسَارَعُ الطَّائِرَةُ بِاسْتِمْرَارٍ أَثْنَاءَ طَيَرَانِهَا . وَتُسْتَخْدَمُ الْبَيَانَاتُ الَّتِى تُحَدِّدُ هَذِهِ الْحَرَكَةَ لِحِسَابِ سُرْعَةِ الطَّائِرَةِ وَالْمَسَافَةِ الَّتِى قَطَعَتْهَا .

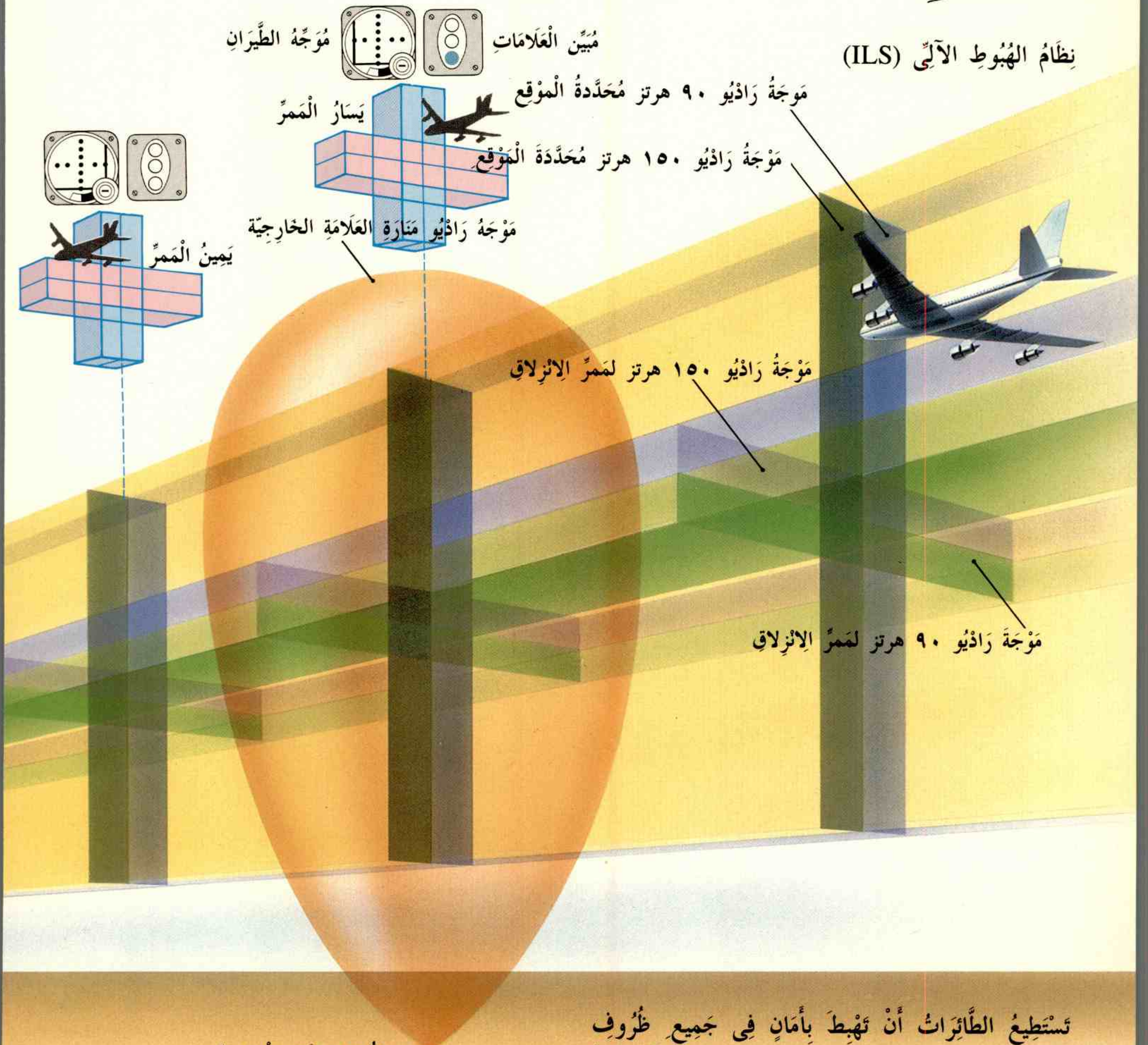




المحاور س ، ص ، ع

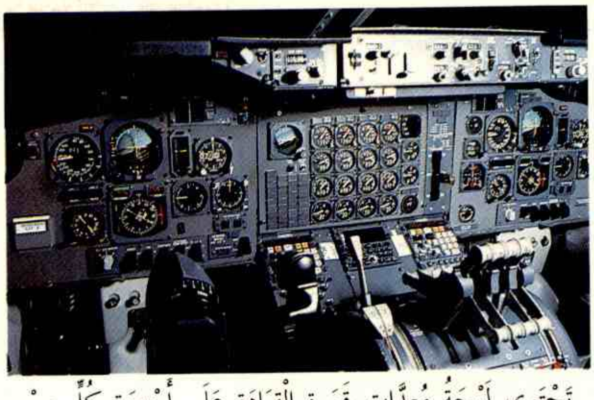
يَكْشِفُ الْمِحْوَرَانِ (س ، ص) مِنْ أَىِّ مِقْيَاسِ تَسَارُعٍ مِقْدَارَ التَّسَارُعِ فِى أَىِّ اتِّجَاهٍ لِلْبُوصَلَةِ ، وَيَكْشِفُ الْمِحْوَرُ (ع) التَّسَارُعَ الرَّأْسِىَّ ، فَيُعْطِى الْبَيَانَاتِ اللَّازِمَةَ لِتَحْدِيدِ مُعَدَّلِ صُعُودِ وَنُزُولِ الطَّائِرَةِ .

كَيْفَ تَهْبِطُ الطَّائِرَاتُ خِلالَ الضَّبَابِ؟



تَسْتَطِيعُ الطَّائِرَاتُ أَنْ تَهْبِطَ بِأَمَانٍ فِي جَمِيعِ ظُرُوفِ الطَّقْسِ بِفَضْلِ نِظَامِ الهُبُوطِ الآلِيِّ. وَعِنْدَمَا تَكُونُ الرُّؤْيَةُ ضَعِيفَةً ، فَإِنَّ الطَّيَّارِينَ يَعْتَمِدُونَ عَلَى الْمَعْلُومَاتِ مِن الْأَجْهِزَةِ فِي مَقْصُورَةِ الْقِيَادَةِ ، وَعَلَى إِشَارَاتٍ إِرْشَادِيَّةٍ مُوَجَّهَةٍ تُرْسَلُ مِنْ نِظَامِ الْهُبُوطِ الآلِي الْمَوْجُودِ فِي الْمَطَارِ وَالَّذِي يَتَكَوَّنُ مِنْ مُحَدِّدِ مَوْقِعٍ ، وَمُبَيِّنِ مَمَرِّ الانْزِلاقِ ، وَسِلْسِلَةٍ مُتَتَابِعَةٍ مِن الْعَلامَاتِ . وَيُبَيِّنُ مُحَدِّدُ الْمَوْقِعِ التَّغَيُّرَاتِ فِي مَوْقِعِ الطَّائِرَةِ بِالنِّسْبَةِ لِلْخَطِّ الْمنصِّف لمدْرَجِ الْمطَارِ إِمَّا إِلَى الْيَمِينِ أَوْ إِلَى الْيَسَارِ . وَيُوضِّحُ مُبَيِّنُ مَمَرِّ الانْزِلاقِ زَاوِيَةَ نُزُولِ الطَّائِرَةِ . أَمَّا الْعَلامَاتُ فَهِيَ تُبَيِّنُ الْبُعْدَ عَن الْمَدْرَجِ . وَهَكَذَا يَسْتَطِيعُ الطَّيَّارُونَ اتِّبَاعَ الْمَسَارِ وَالارْتِفَاعِ الصَّحِيحَيْنِ حَتَّى لَو تَعَذَّرت الرُّؤْيَةُ تَمَامًا .

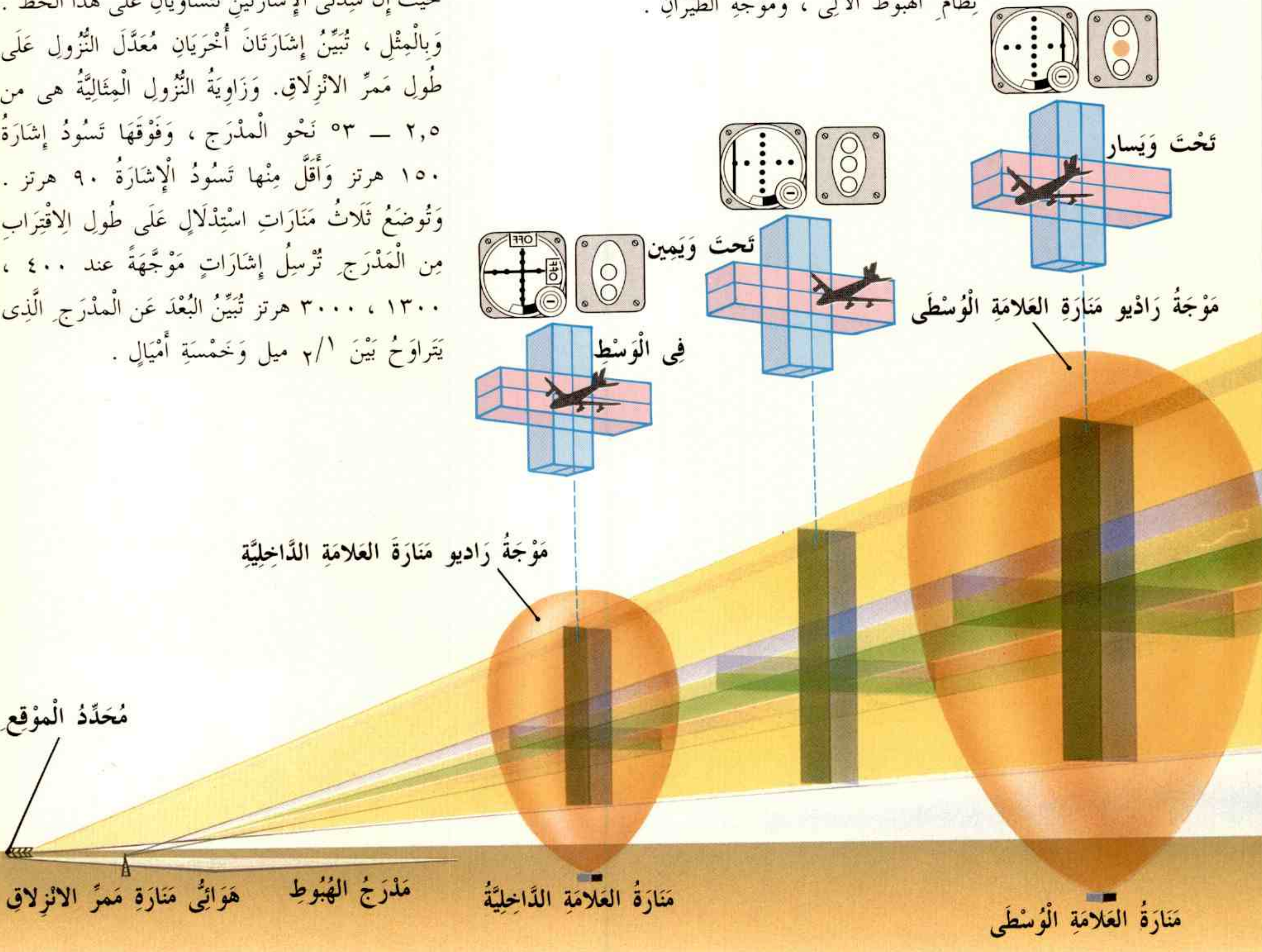
وَقد اسْتُبْدِلَ نِظَامُ ILS الْآنَ فِي مَطَارَاتٍ كَثِيرَةٍ بِآخَرَ مُطَوَّرٍ هُوَ نِظَامُ الْهُبُوطِ بِالْمَوْجَاتِ الْمِيكْرُونِيَّة MLS الَّذِى يَسْتَخْدِمُ مُرْسِلَيْنِ أَرْضِيَّيْنِ لِلْمَوْجَاتِ الْمِيكْرُونِيَّة وَهُمَا يُحْدِثَانِ نِظَامًا لِلْهُبُوطِ الآلِيِّ أَوْسَعَ وَأَكْثَر قُدْرَةً عَلَى التَّعَامُلِ مَعَ الطَّائِرَاتِ بِأَمَانٍ أَكْثَر مِنْ نِظَامِ ILS .



تَحتَوِى لَوْحَةُ مُعِدَّاتِ قَمرَةِ الْقِيَادَةِ عَلَى أَجْهِزَةِ كُلٍّ مِنْ نِظَامِ الهبوط الآلِى ، وَمُوَجِّهِ الطَّيَرانِ .

نِظَامُ الْهُبُوطِ الآلِّى

يُرْسِلُ مُحدِّدُ الموْقعِ فِى نِظَامِ ILS مَوْجَتَيْنِ لَاسِلْكِيَّتَيْنِ عِنْدَ ٩٠ هرتز ، ١٥٠ هرتز FM وَتُسَيْطِرُ الْمَوْجَةُ ٩٠ هرتز عَلَى المِنْطَقَةِ الَّتِى عَلَى يَسَارِ مَمرِّ الانْحِدَارِ ، وَالْمَوْجَةُ ١٥٠ هرتز عَلَى الْمِنْطَقَةِ الَّتِى عَلَى يَمِينِهِ (أسفل). وَشِدَّةُ كُلٍّ مِنْ هَاتَيْنِ الْإِشَارَتَيْنِ تَجْعَلُ الطَّيَّارَ عَارِفًا مَا إِذَا كَانَتِ الطَّائِرَةُ عَلَى يَمِينِ الْخَطِّ الْمُنَصِّفِ لِلْمَدْرَجِ أَوْ عَلَى يَسَارِهِ ، حَيْثُ إِنَّ شِدَّتَى الْإِشَارَتَيْنِ تَتَسَاوَيَانِ عَلَى هَذَا الْخَطِّ . وَبِالْمِثْلِ ، تُبَيِّنُ إِشَارَتَانِ أُخْرَيَانِ مُعَدَّلَ النُّزُولِ عَلَى طُولِ مَمرِّ الانْزِلَاقِ. وَزَاوِيَةُ النُّزُولِ الْمِثَالِيَّةُ هى من ٢,٥ – ٣° نَحْوَ الْمدْرَجِ ، وَفَوْقَهَا تَسُودُ إِشَارَةُ ١٥٠ هرتز وَأَقَلَّ مِنْهَا تَسُودُ الْإِشَارَةُ ٩٠ هرتز . وَتُوضَعُ ثَلَاثُ مَنَارَاتِ اسْتِدْلَالٍ عَلَى طُولِ الِاقْتِرَابِ مِنَ الْمَدْرَجِ تُرْسِلُ إِشَارَاتٍ مُوَجَّهَةً عند ٤٠٠ ، ١٣٠٠ ، ٣٠٠٠ هرتز تُبَيِّنُ الْبُعْدَ عَنِ الْمدْرَجِ الَّذِى يَتَرَاوَحُ بَيْنَ ١/٢ ميل وَخَمْسَةِ أَمْيَالٍ .



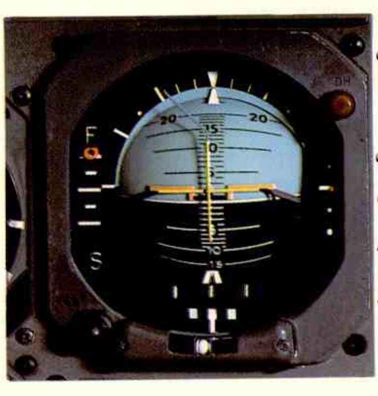
• مُبَيِّن ILS

يَسْتَقْبِلُ مُبَيِّنُ ILS الْمَوْجُودُ فِى قَمرَةِ الْقِيَادَةِ الْإِشَارَاتِ مِنْ مُحَدِّدِ الْمَوْقِعِ ، وَمَنَارَةِ مَمرِّ الانْزِلَاقِ ، وَمَنَارَاتِ الِاسْتِدْلَالِ . وَتُرْسَلُ هَذِهِ الْبَيَانَاتُ إِلَى مُوَجِّهِ الطَّيرانِ . وَالْأَضْوَاءُ فِى أَعْلَى الصُّورَةِ تُضِىءُ وَتُطْفَأُ عِنْدَ المرور الطَّائِرَةُ عَلَى كُلِّ مَنَارَةِ اسْتِدْلَالٍ .



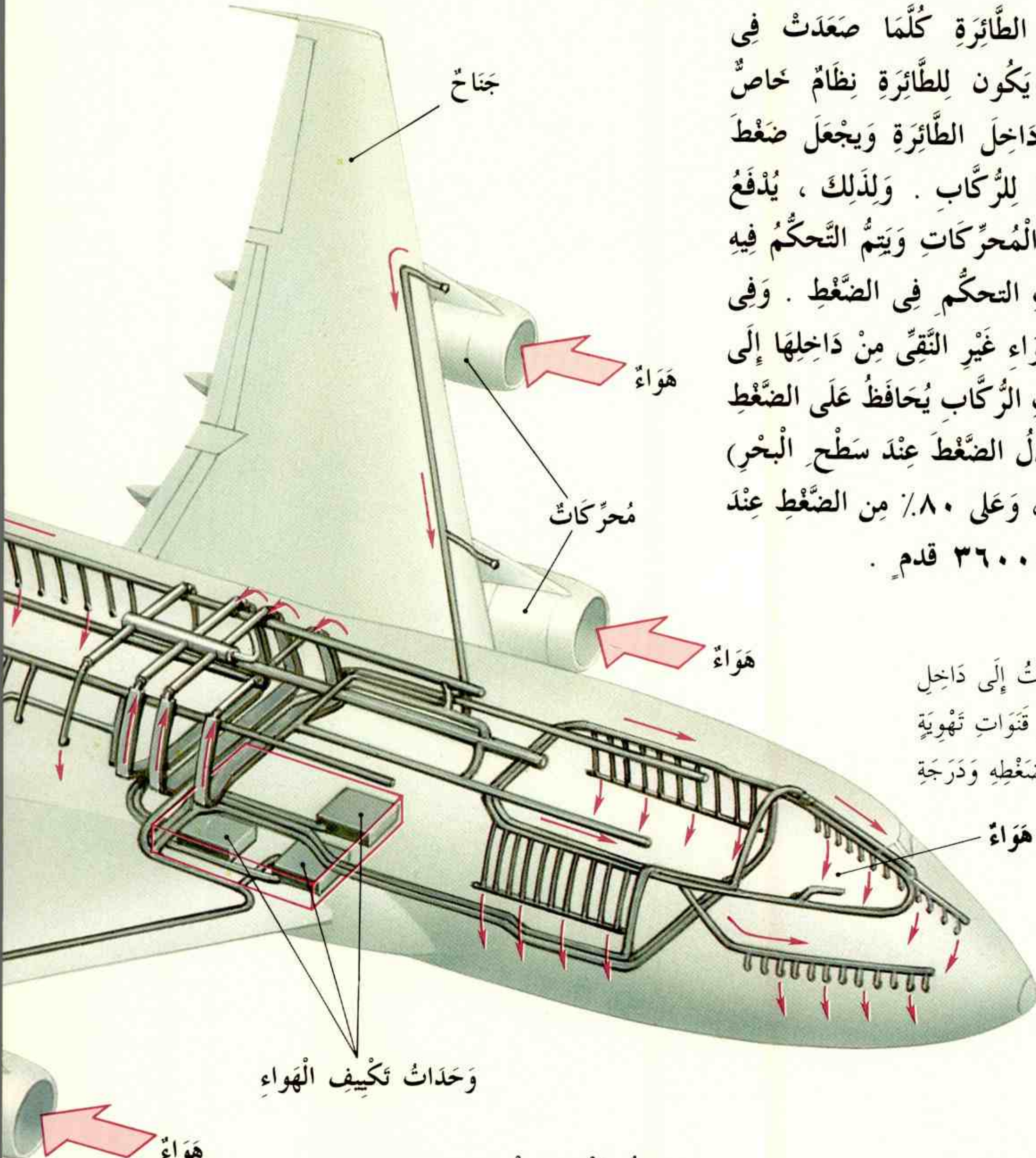
• مُوَجِّهُ الطَّيَرانِ (FD)

يُرْشِدُ مُوَجِّهُ الطَّيرانِ الطَّيَّارَ إِلَى مَوْقِعِهِ بِالنِّسْبَةِ لِمَمرِّ الانزلاق . وَيقُودُ الطَّيَّارُ الطَّائِرَةَ بِعَمَلِ تَعْدِيلٍ مُسْتَمِرٍّ لِيُحَافِظَ عَلَى جَعْلِ الْقُضْبَانِ الرَّأْسِيَّةِ وَالْأُفُقِيَّةِ – عَلَى مُوَجِّهِ الطَّيرانِ – تَتَقَاطَعُ بِزَوَايَا قَائِمَةٍ عِنْدَ مَرْكَزِ الْجِهَازِ .



كَيْفَ يُكَيَّفُ ضَغْطُ الْهَوَاءِ دَاخِلَ الطَّائِرَةِ؟

يَقِلُّ الضَّغْطُ الْجوِّىُّ خَارِجَ الطَّائِرَةِ كُلَّمَا صَعَدَتْ فِى السَّمَاءِ . وَلِذَلِكَ يَجِبُ أَنْ يَكُونَ لِلطَّائِرَةِ نِظَامٌ خَاصٌّ لِتَكْيِيفِ الْهَواءِ لِيَدْفَعَ الْهَوَاءَ دَاخِلَ الطَّائِرَةِ وَيجْعَلَ ضَغْطَ الْهَوَاءِ دَاخِلَهَا مُنَاسِبًا وَمُرِيحًا لِلرُّكَّابِ . وَلِذَلِكَ ، يُدْفَعُ الْهَوَاءُ إِلَى دَاخِلِ الطَّائِرَةِ مِن الْمُحرِّكَاتِ وَيَتِمُّ التَّحكُّمُ فِيهِ مِنْ خِلَالِ سِلْسِلَةٍ مِن صِمَامَاتِ التحكُّمِ فِى الضَّغْطِ . وَفِى نَفْسِ الْوَقْتِ ، يَتِمُّ إِخْرَاجُ الْهَواءِ غَيْرِ النَّقِىِّ مِنْ دَاخِلِهَا إِلَى الْخَارِجِ . وَفِى مُعْظَمِ طَائِرَاتِ الرُّكَّابِ يُحَافَظُ عَلَى الضَّغْطِ عِنْدَ ١ ضَغْط جوى (وهُوَ يُعَادِلُ الضَّغْطَ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ) حتَّى ارْتِفَاعِ ٢٢٥٠٠ قدمٍ ، وَعَلَى ٨٠٪ مِن الضَّغْطِ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ حَتَّى ارْتِفَاعِ ٣٦٠٠٠ قدمٍ .

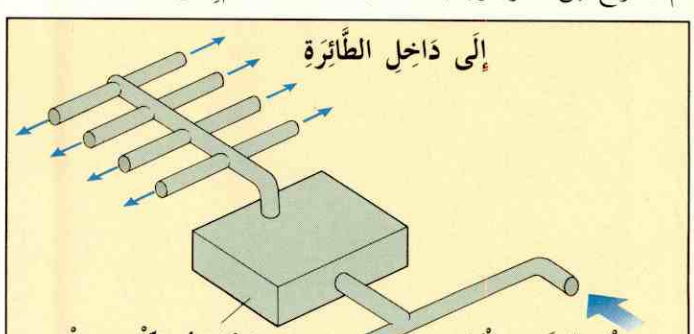


دَوْرَةُ الْهَوَاءِ دَاخِلَ طَائِرَةٍ

يُضَخُّ الْهَوَاءُ الَّذِى تَسْحَبُهُ الْمُحرِّكَاتُ إِلَى دَاخِلِ مَقْصُورَةِ الرُّكَّابِ وَقَمرةِ الْقِيَادَةِ عَبْرَ قَنَواتِ تَهْوِيَةٍ خَاصَّةٍ ، وَذَلِكَ بَعْدَ أَنْ يَتِمَّ ضَبْطُ ضَغْطِهِ وَدَرَجَةِ حَرَارَتِهِ .

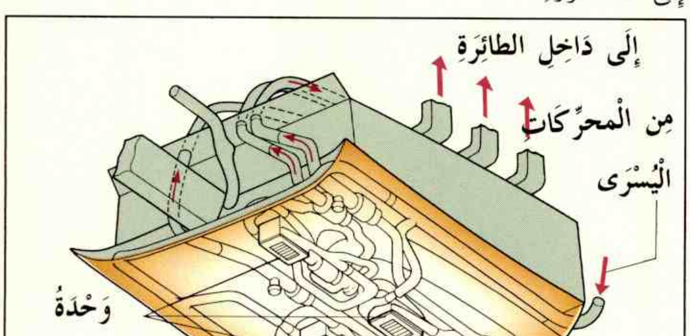
ضَخُّ الْهَوَاءِ دَاخِلَ الطَّائِرَةِ

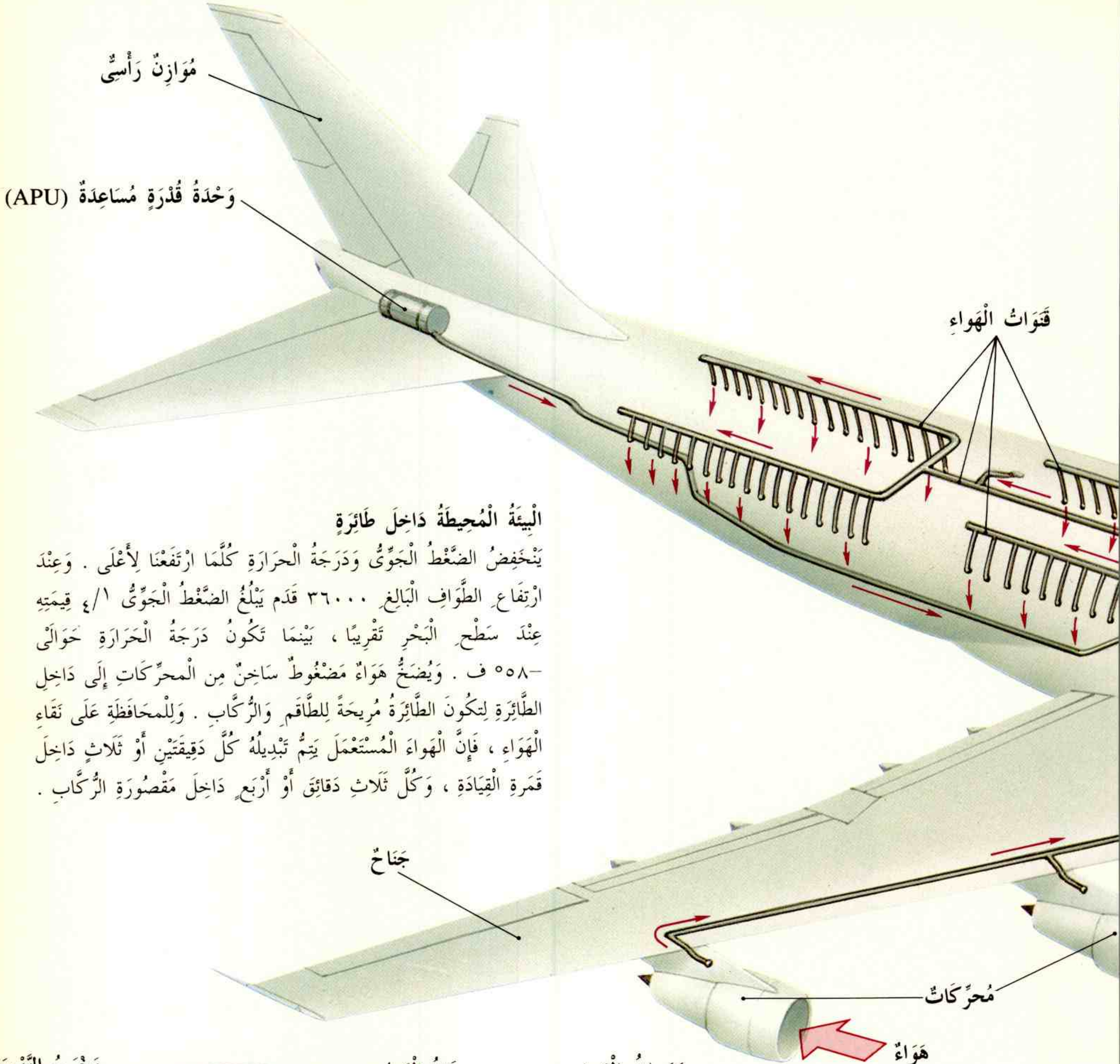
تُرْسِلُ وَحْدَةُ تَكْيِيفِ الْهَواءِ هَوَاءً مِن الْمحرِّكَاتِ إِلَى الْمَقْصُورَةِ خِلَالَ قَنَواتٍ فِى السَّقْفِ . وَتَتِمُّ مُدَاوَلَةُ الْهَوَاءِ خِلَالَ الْمَقْصُورَةِ ثُمَّ يَخْرُجُ مِن الْمؤَخِّرَةِ خِلَالَ صِمَامَاتِ التَّحكُّمِ فِى الضَّغْطِ .



وَحْدَةُ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ

تُوجَدُ وَحْدَةُ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ فِى وَسَطِ الطَّائِرَةِ . وَبِهَا مُدَاوِلُ هَوَاءٍ وَمُبَادِلٌ حَرَارِىٌّ يُبَرِّدُ الْهَوَاءَ الْوَارِدَ مِن الْمحرِّكَاتِ قَبْلَ دُخُولِهِ إِلَى الْمَقْصُورَةِ .



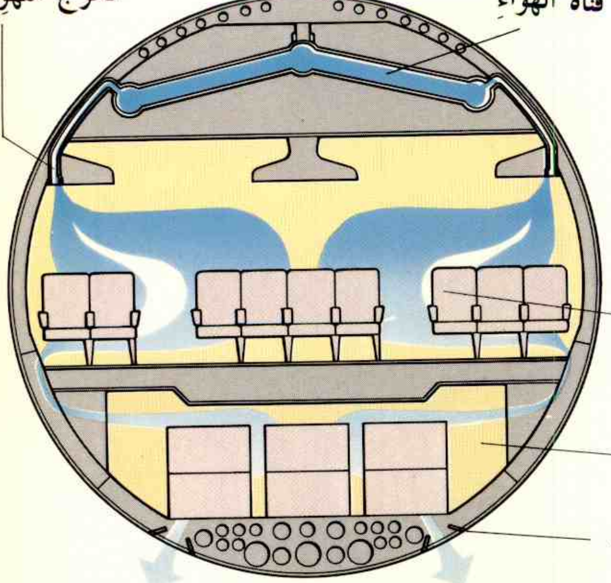


الْبِيئَةُ الْمُحِيطَةُ دَاخِلَ طَائِرَةٍ

يَنْخَفِضُ الضَّغْطُ الْجَوِّيُّ وَدَرَجَةُ الْحَرَارَةِ كُلَّمَا ارْتَفَعْنَا لِأَعْلَى . وَعِنْدَ ارْتِفَاعِ الطَّوَافِ الْبَالِغِ ٣٦٠٠٠ قَدَم يَبْلُغُ الضَّغْطُ الْجَوِّيُّ ١/٤ قِيمَتِهِ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ تَقْرِيبًا ، بَيْنَمَا تَكُونُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ حَوَالَى -٥٨ ف . وَيُضَخُّ هَوَاءٌ مَضْغُوطٌ سَاخِنٌ مِن الْمحرِّكَاتِ إِلَى دَاخِلِ الطَّائِرَةِ لِتكُونَ الطَّائِرَةُ مُرِيحَةً لِلطَّاقَمِ وَالرُّكَّابِ . وَلِلْمحَافظَةِ عَلَى نَقَاءِ الْهَوَاءِ ، فَإِنَّ الْهَواءَ الْمُسْتَعْمَلَ يَتِمُّ تَبْدِيلُهُ كُلَّ دَقِيقَتَيْنِ أَوْ ثَلاثٍ دَاخِلَ قَمرةِ الْقِيَادَةِ ، وَكُلَّ ثَلاثِ دَقائِقَ أَوْ أَرْبَعٍ دَاخِلَ مَقْصُورَةِ الرُّكَّابِ .

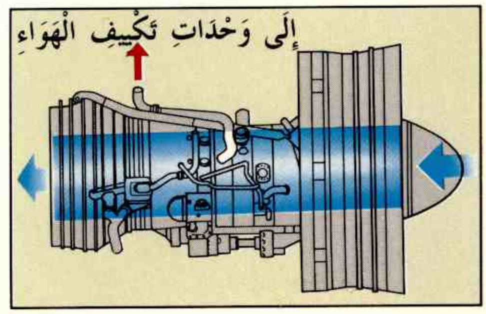
دَوَرانُ الْهَواءِ

تَبْدَأُ دَوْرَةُ الْهَواءِ مِنْ قَنَواتِ السَّقْفِ خِلَالَ الْمَقْصُورَةِ ثُمَّ تَحْتَ الْأَرْضِيَّةِ ثُمَّ إِلَى الْمؤَخِّرَةِ لِيَخْرُجَ مِنْ فُتْحَاتِ التَّهْوِيَةِ .



آلِيَّةُ إِدْخَالِ هَوَاءِ الْمُحرِّكِ

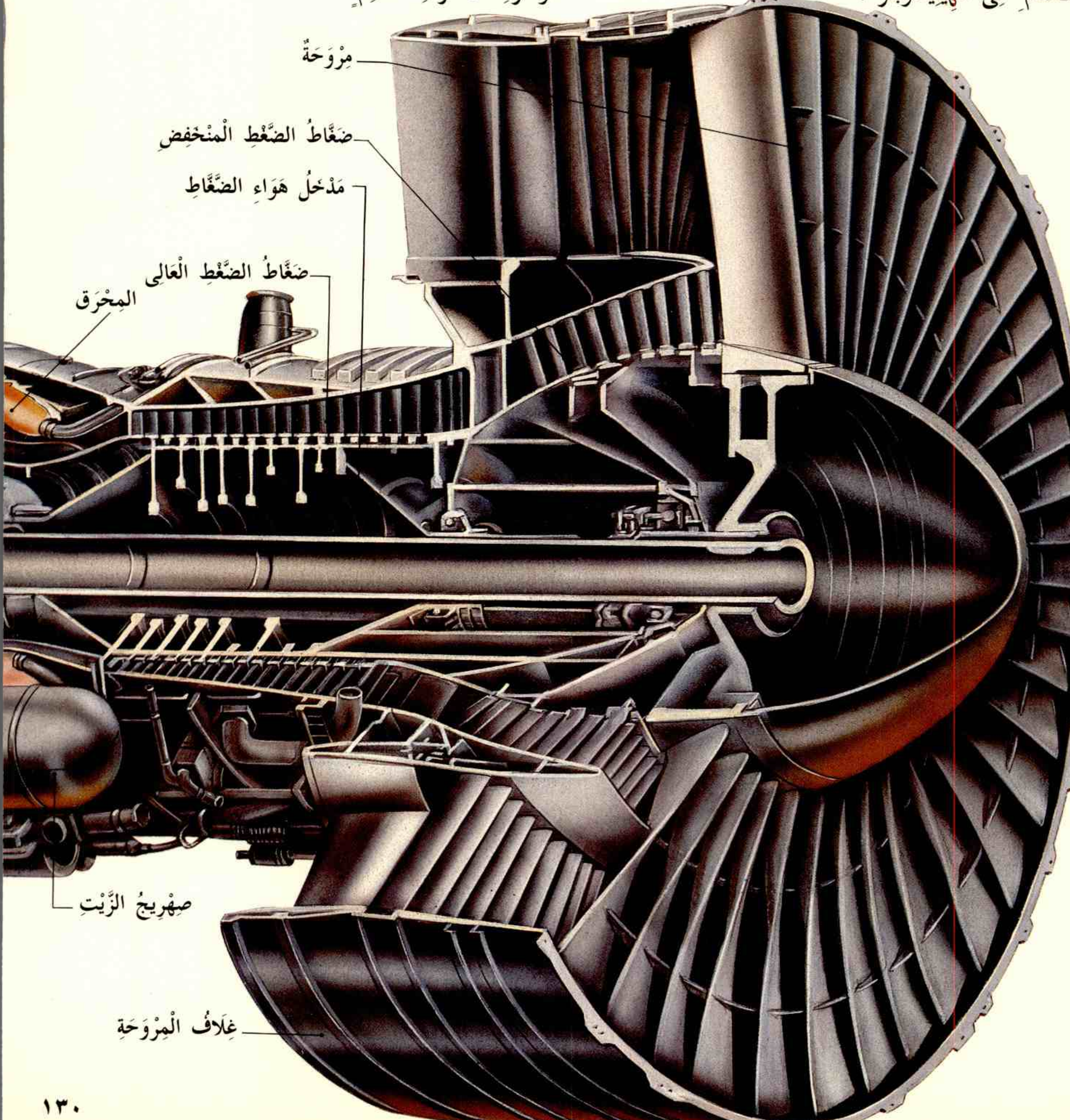
هَذِهِ الآلِيَّةُ تُبَرِّدُ الْهَوَاءَ الْمضغُوطَ عَالِى الضَّغْطِ الْوَارِدَ مِن الْمحرِّكَاتِ وتُنَقِّيهِ قَبْلَ إِدْخَالِهِ إلى الْمقْصُورَةِ وَالْقَمَرَةِ .



كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُحَرِّكُ النَّفَّاثُ؟

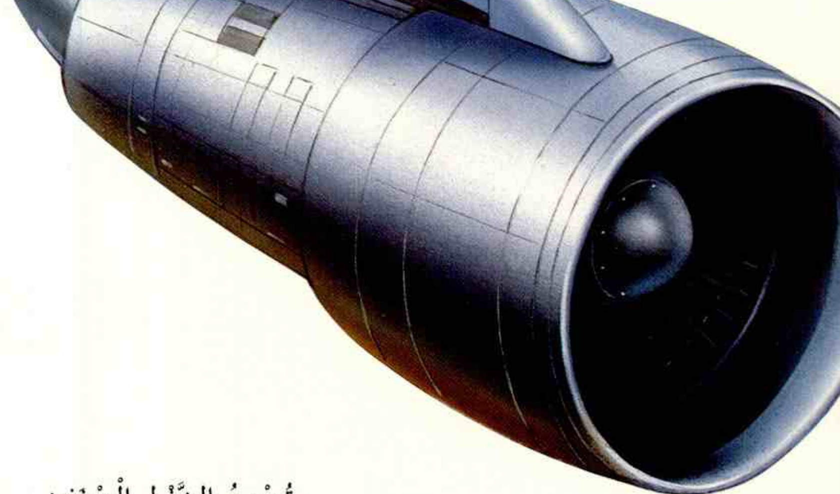
تَسْحَبُ الْمِرْوَحَةُ الطَّائِرَةَ إِلَى الْأَمَامِ ، وَلَكِنَّ الْمحرِّكَ النَّفَّاثَ يَدْفَعُ الطَّائِرَةَ إِلَى الْأَمَامِ بِوَاسِطَةِ الدَّفْعِ الَّذِى تُحدثُهُ غَازَاتُ الْعَادِمِ السَّاخِنَةُ الْمطْرُودَةُ بِسُرْعَةٍ عَالِيَةٍ إِلى الْخلفِ . وَهُنَاكَ ٤ أَنْوَاعٍ مِن الْمُحركَّاتِ النَّفَّاثَةِ التُّورْبِينِيَّة : النَّفَّاثُ التُّورْبِينِىُّ ، وَالتُّورْبِينِىُّ بِمرْوَحَةٍ مِثْلَ الْمُسْتَخْدَمِ فِى طَائِرَاتِ الرُّكَّابِ النَّفَّاثَةِ مِثْلِ بُوينْج ٧٤٧ ، وَالْمِرْوَحِىُّ التُّورْبِينِىُّ الَّذِى يَسْتَخْدِمُ مَرَاوِحَ تَسْتَمِدُّ قُدْرَتَهَا مِنْ تُورْبِينٍ ، وَالتُّورْبِينِىُّ بِالْعَمُودِ الدَّوَّارِ الْمُسْتَخْدَمِ فِى الْهِيلِيكُوبْتَر .

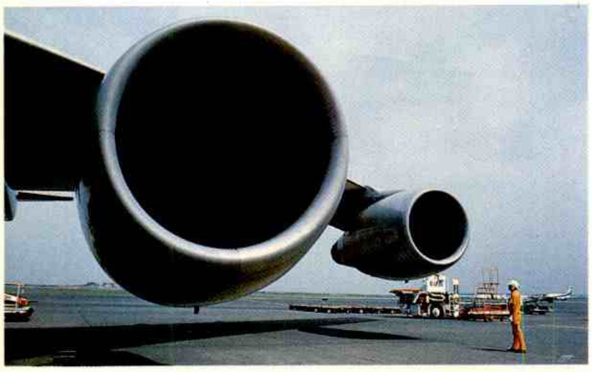
وَيتركَّبُ الْمُحرِّكُ الْمِرْوَحِىُّ التُّورْبِينِىُّ مِنْ ثَلاثَةِ أَجْزَاءِ رَئِيسِيَّةٍ هِى : الضَّغَّاطُ ، وَغُرْفَةُ الاِحْتِرَاقِ ، وَالتُّورْبِين الَّذِى يُوَلِّدُ الْقُدْرَةَ . وَفِى الْبِدَايَةِ يُسْحَبُ الْهَوَاءُ فِى الْمُحرِّكِ وَيُضْغَطُ بِوَاسِطَةِ مِرْوَحَةِ الضَّغَّاطِ . ثُمَّ يُدْفَعُ الْهوَاءُ الْمضْغُوطُ لِيَخْتلِطَ مَعَ الْوَقُودِ فِى المحْرَقِ فَيشْتَعِلُ الْخلِيطُ مُنْتِجًا غَازَاتٍ عَالِيَةَ الضَّغْطِ وَدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ . وَتَمُرُّ هَذِهِ الْغَازَاتُ خِلالَ التُّورْبِينِ فَتَجْعَلُهُ يَدُورُ بِسُرْعَةٍ عَالِيَةٍ . وَيَتَوَلَّدُ الدَّفْعُ عِنْدَمَا تُجْبَرُ عَلَى الْخُرُوجِ مِنْ مُؤَخِّرَةِ الْمُحرِّكِ كَعَادِمٍ .



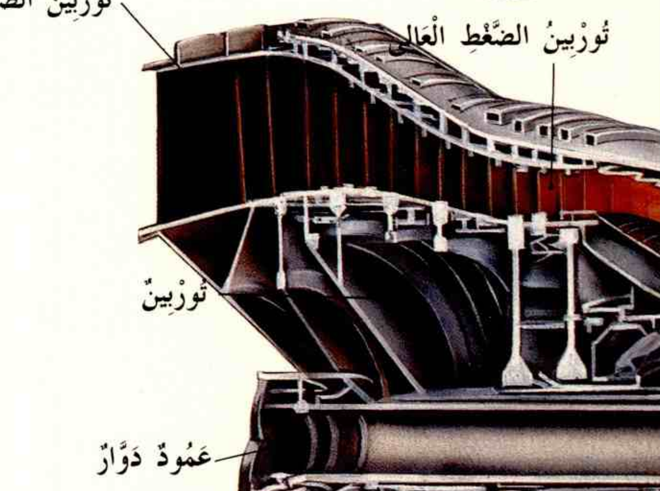
مِيكَانِيكِيَّةُ الْمُحرِّكِ الْمِرْوَحِىِّ التُّورْبِينِىِّ





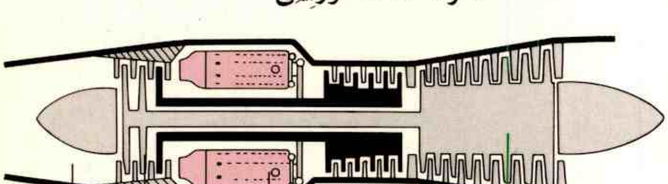


يَحْرِقُ محرِّكَا الْجَامْبُو النَّفَّاثَة ٣٢٥٠٠ جَالُونٍ مِن الْوَقُودِ لِلطَّيَرَانِ مِنْ طُوكْيُو إِلَى سَانْ فَرانْسِيسْكُو .



بَعْدَ أَنْ يَجْذِبَ الْمُحرِّكُ التُّورْبِينِيُّ الْهواءَ ، فَإِنَّ ضَغْطَ الْغَازِ يَرْتَفِعُ خِلَالَ سِلْسِلَةٍ مِنْ مَرَاحِلِ الضَّغْطِ . وَيَزْدَادُ كُلٌّ مِن الضَّغْطِ وَالْحجْمِ زِيَادَةً كَبِيرَةً عِنْدَمَا يَحْدُثُ الإِشْعَالُ فِي الْمحْرَق . وَالدَّفْعُ النَّاتِجُ عَنْ الْعَادِمِ يَزِيدُ سُرْعَةَ الطَّائِرَةِ النَّفَّاثَةِ إِلَى سُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ جِدًّا لَا تَصِلُ إِلَيْهَا الطَّائِرَاتُ الْمِرْوَحِيَّةُ .

مُحرِّكٌ نفَّاثٌ تُورْبِينِيٌّ



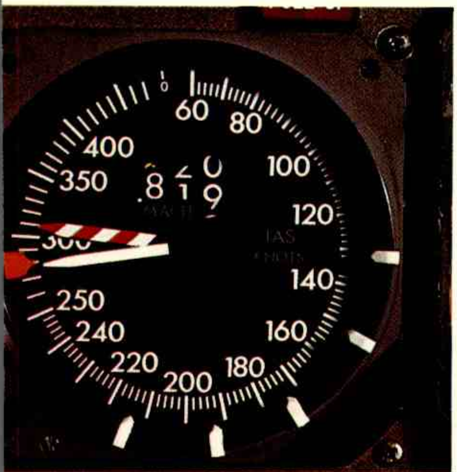
فِي الْمُحَرِّكِ النَّفَّاثِ التُّورْبِينِيِّ ، يُضْغَطُ الْهَوَاءُ الْمَسْحُوبُ إِلَى مُقَدِّمَةِ الْمُحَرِّكِ ثُمَّ يُحْرَقُ مَعَ الْوَقُودِ . وَغَازَاتُ الْعَادِمِ النَّاتِجَةُ تُوَلِّدُ الدَّفْعَ .

مُحرِّكٌ مِرْوَحِيٌّ تُورْبِينِيٌّ



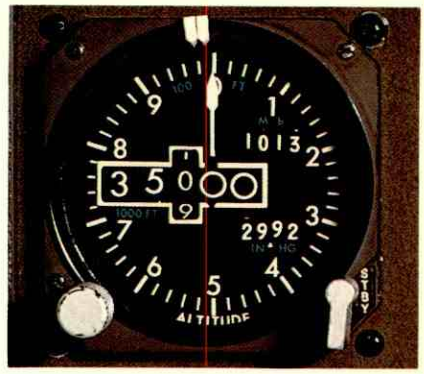
يَجْمَعُ الْمُحَرِّكُ الْمِروحِيُّ التُّورْبِينِيُّ بَيْنَ الدَّفْعِ النَّاتِجِ عَنْ نَفْثِ الْعَادِمِ مَعَ الْقُدْرَةِ الْمُتَولِّدَةِ عَنْ دَوَرَانِ الْمَرَاوِحِ .

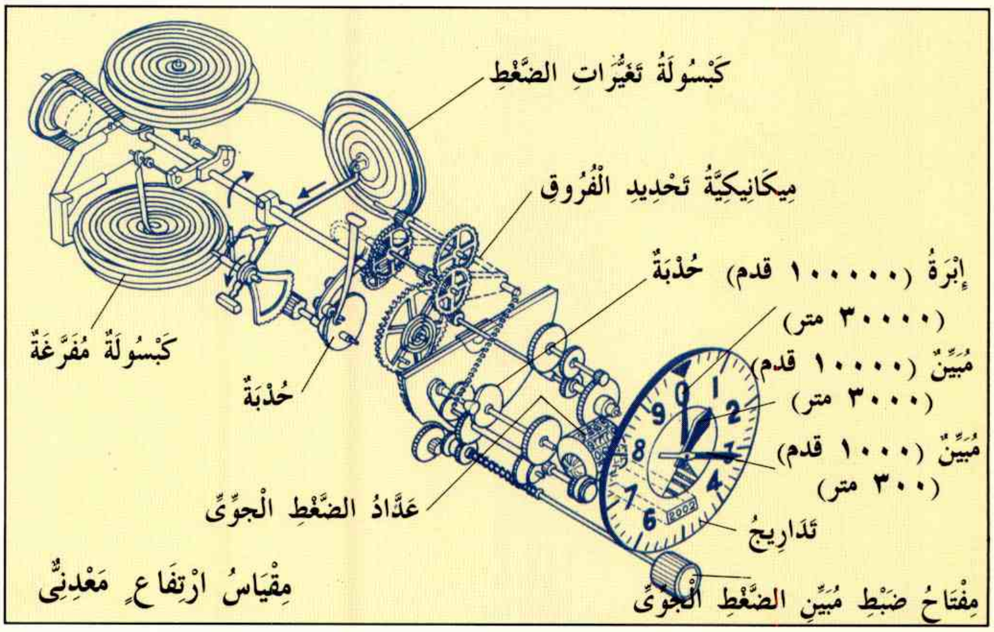
كَيْفَ يُقَاسُ



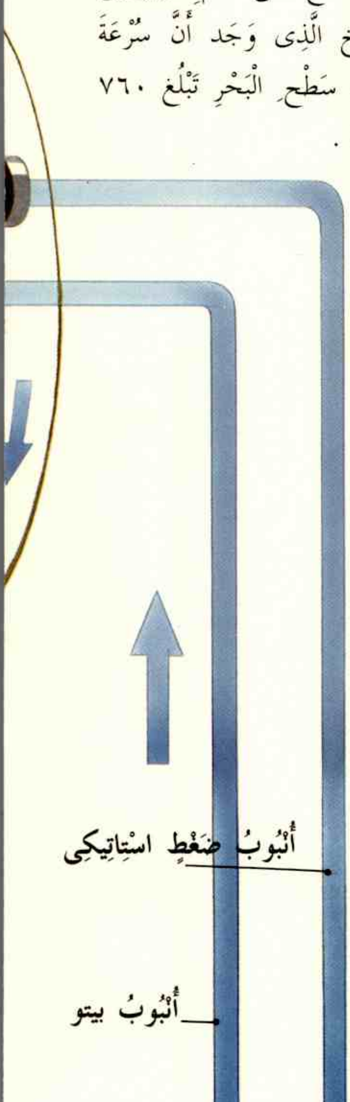
مِقْيَاسُ الارْتِفَاعِ

مِقْيَاسُ الارْتِفَاعِ بِالضَّغْطِ الْجَوِّيِّ يَسْتَخْدِمُ بَارُومِتْرًا لِيَقِيسَ التَّغَيُّرَاتِ فِي ضَغْطِ الْهَوَاءِ خَارِجَ الطَّائِرَةِ أَثْنَاءَ تَحَرُّكِهَا إِلَى أَعْلَى أَوْ أَسْفَلَ . وَيَظْهَرُ الارْتِفَاعُ بِالْأَقْدَامِ أَوِ الْأَمْتَارِ عَلَى لَوْحَةِ الْمُعَدَّاتِ فِي قَمْرَةِ الْقِيَادَةِ . وَيَجِبُ ضَبْطُ مِثْلِ هَذِهِ الْمَقَايِيسِ لِتَسْمَحَ بِإِظْهَارِ تَغَيُّرَاتِ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ النَّاتِجَةِ عَنْ ظُرُوفِ الطَّقْسِ الْمُتَغَيِّرَةِ .



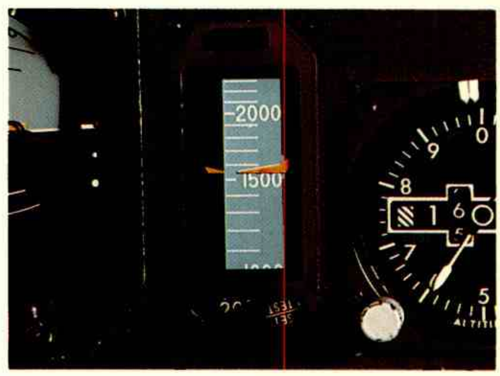


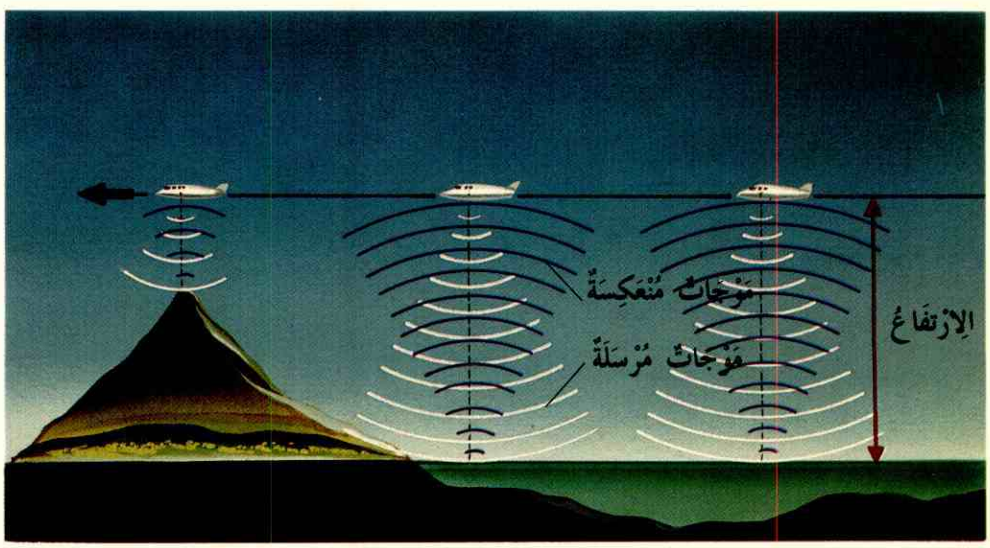
يُسَمَّى مُبَيِّنُ مَاخ عَلَى اسْمِ الْفِيزْيَائِيِّ إِيرْنِسْت مَاخ الَّذِي وَجَدَ أَنَّ سُرْعَةَ الصَّوْتِ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ تَبْلُغ ٧٦٠ ميلا / ساعة .



تَرْكِيبُ أُنْبُوبِ بيتو

يَقِيسُ أُنْبُوبُ بيتو كُلًّا مِنْ ضَغْطِ تَيَّارِ الْهَوَاءِ الدَّاخِلِ ، والضَّغْطِ الاسْتَاتِيكِيِّ عَلَى طُولِ جَوَانِبِ الْأُنْبُوبِ . وَالْفَرْقُ بَيْنَ هَاتَيْنِ الْقِرَاءَتَيْنِ يَدُلُّ الطَّيَّارَ عَلَى سُرْعَةِ الْهَوَاءِ .

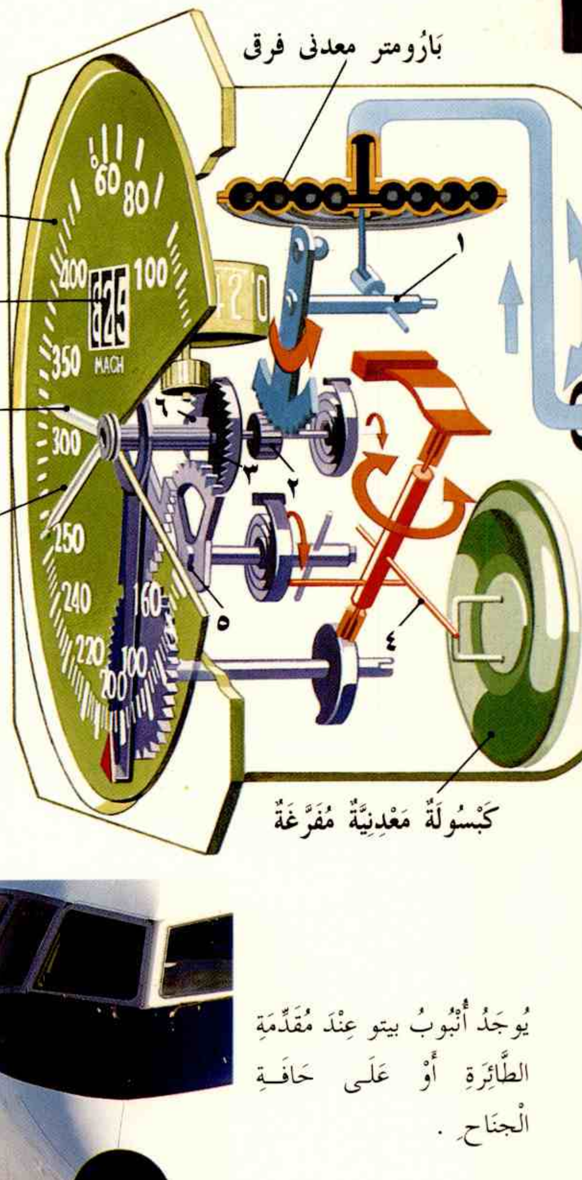




كُلٌّ مِنَ الارْتِفَاعِ وَالسُّرْعَةِ؟

يُقَاسُ ارْتِفَاعُ وَسُرْعَةُ الطَّائِرَةِ بِأَجْهِزَةٍ تُسَمَّى مُبَيِّنَاتِ سُرْعَةِ الْهَوَاءِ وَمَقَايِيسِ الارْتِفَاعَاتِ . وَتُحَدَّدُ السُّرْعَةُ بِقِيَاسِ فُرُوقِ ضَغْطِ الْهَوَاءِ الْمَارِّ خِلَالَ أُنْبُوبٍ ــ تُسَمَّى أُنْبُوبَ بِيتو ــ تُوجَدُ فِى الْجَنَاحِ أَوِ الْمُقَدِّمَةِ . وَيَتَأَثَّرُ الْبَارُومِتْرُ الْمَعْدِنِىُّ بِتَغَيُّرَاتِ الضَّغْطِ فَيَتَمَدَّدُ أَوْ يَنْكَمِشُ مُحَرِّكًا مُؤَشِّرًا يَتَحَكَّمُ فِى مِقْيَاسٍ عَلَى لَوْحَةِ الْمُعَدَّاتِ فِى قَمْرَةِ الْقِيَادَةِ . وَكُلَّمَا زَادَتْ سُرْعَةُ الطَّائِرَةِ زَادَتْ فُرُوقُ ضَغْطِ الْهَوَاءِ عِنْدَ نِهَايَتَىْ أُنْبُوبِ بِيتو .

وَيُقَاسُ الارْتِفَاعُ بِطَرِيقَتَيْنِ . فَمِقْيَاسُ الارْتِفَاعِ بِالضَّغْطِ الْجَوِّىِّ يَقِيسُ بِبَسَاطَةٍ الضَّغْطَ الْمُتَغَيِّرَ خَارِجَ الطَّائِرَةِ عِنْدَمَا تَصْعَدُ أَوْ تَهْبِطُ . وَتَتَأَثَّرُ الْكَبْسُولَةُ الْمُفَرَّغَةُ بِتَغَيُّرَاتِ الضَّغْطِ ، وَهَذَا الشَّدُّ الْمُتَغَيِّرُ عَلَى زُنْبُرُكِ الْبَارُومِتر الْمَعْدِنِىِّ يُتَرْجَمُ إِلَى قِرَاءَاتٍ لِلارْتِفَاعِ . وَمِقْيَاسُ الارْتِفَاعِ بِمَوْجَاتِ اللَّاسِلْكِى يَقِيسُ الارْتِفَاعَ عَنْ طَرِيقِ حِسَابِ الزَّمَنِ الَّذِى تَسْتَغْرِقُهُ مَوْجَاتٌ لَاسِلْكِيَّةٌ تُرْسِلُهَا الطَّائِرَةُ لِتَعُودَ إِلَيْهَا بَعْدَ انْعِكَاسِهَا عَلَى الْأَرْضِ .

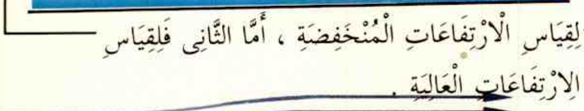


مُبَيِّن مَاخٍ لِسُرْعَةِ الْهَوَاءِ

يَقِيسُ مُبَيِّنُ مَاخٍ سُرْعَةَ الْهَوَاءِ بِالنِّسْبَةِ لِسُرْعَةِ الصَّوْتِ الْمَعْرُوفَةِ بِمَاخ ١ . وَتُقَاسُ تَغَيُّرَاتُ الضَّغْطِ بَيْنَ قِمَّةِ أُنْبُوبِ بِيتو وَمُنَفِّثِ الضَّغْطِ الاسْتَاتِيكِى عَلَى جَانِبِهَا . وَيَتَمَدَّدُ بَارُومِتْرَانِ مَعْدِنِيَّانِ أَوْ يَنْكَمِشَانِ بِتَأْثِيرِ ضَغْطِ الْهَوَاءِ ، وَتَنْعَكِسُ هَذِهِ الْحَرَكَةُ لِتَظْهَرَ عَلَى مُبَيِّنِ سُرْعَةِ الْهَوَاءِ .

مِقْيَاسُ ارْتِفَاعٍ لَاسِلْكِى

يُوجَدُ نَوْعَانِ مِنْ مَقَايِيسِ الارْتِفَاعِ اللَّاسِلْكِيَّةِ . الْأَوَّلُ يُحَدِّدُ الارتفاعَ مِنَ الْفَرْقِ فِى تَرَدُّدَاتِ مَوْجَاتِ اللَّاسِلْكِى الْمُرْسَلَةِ إِلَى الْأَرْضِ وَالْمُنْعَكِسَةِ ثَانِيَةً إِلَى الطَّائِرَةِ (يسار) . وَالثَّانِى يَقِيسُ الْفَتْرَةَ الزَّمَنِيَّةَ بَيْنَ إِرْسَالِ وَعَوْدَةِ الْإِشَارَاتِ . وَيُسْتَخْدَمُ الْأَوَّلُ



لِقِيَاسِ الارْتِفَاعَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ ، أَمَّا الثَّانِى فَلِقِيَاسِ الارْتِفَاعَاتِ الْعَالِيَةِ .

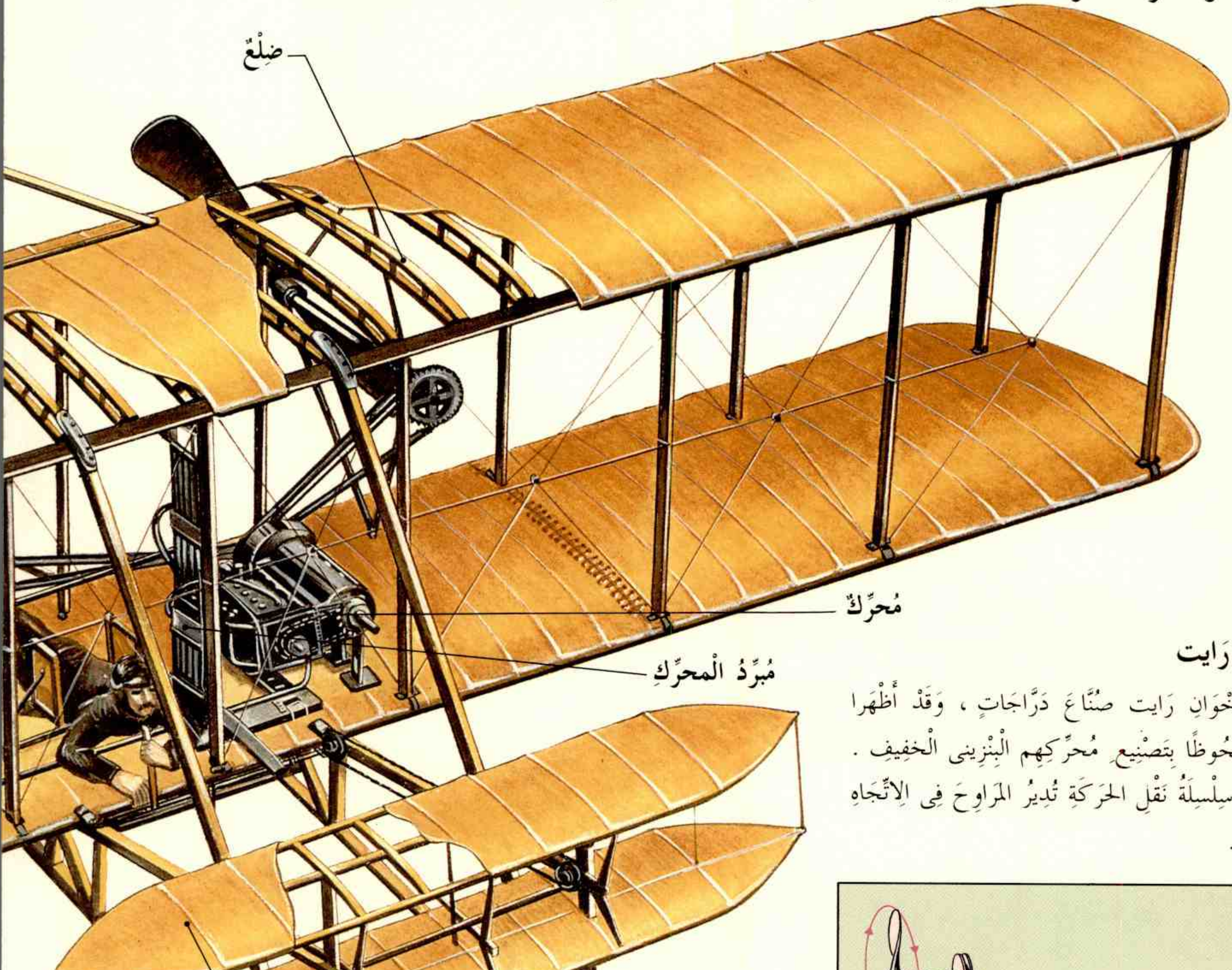


يُوجَدُ أُنْبُوبُ بِيتو عِنْدَ مُقَدِّمَةِ الطَّائِرَةِ أَوْ عَلَى حَافَةِ الْجَنَاحِ .



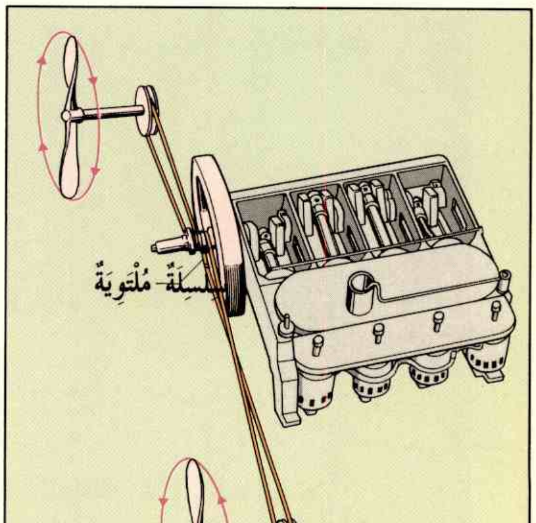
كَيْفَ كَانَت الطَّائِرَةُ الأُولَى ؟

فِي ١٧ دِيسمْبر عَامَ ١٩٠٣ فِي كَارُولِينا الشَّمَالِيَّةِ عِنْدَ مُرْتَفعاتِ قَتل الشيطان أَطْلَقَ الأَخَوانِ أُورفِيل وَوُلْبر رَايت مِنْ دَايتُون بِأُوهيُو أَوَّلَ مَرْكَبةٍ تَقْطَعُ رِحْلَةً نَاجِحَةً بِمُحرِّكٍ أَثْقَلَ مِن الْهواءِ . وَفِي رِحْلَتِهِمَا الأُولَى كَانَ أُورْفِيل هُوَ الطَّيَّارُ ، وَاسْتَغْرَقَت الرِّحْلَةُ ١٢ ثَانِيَةً فَقَطْ لِمسافَةِ ١٢٠ قَدمًا . وَكَانَ بَاعُ الْجناحِ يَطُولُ ٤٠ قَدمًا ، وَاسْتَمَدَّتْ طَائِرَةُ رَايت قُدْرَتَهَا مِنْ مُحرِّكٍ بنزينٍ رُبَاعِيِّ الأُسْطُوانَاتِ خَفِيفٍ بِقُدْرَةِ ١٢ حِصَانًا وَيُدِيرُ مَرَاوِحَ الطَّائِرَةِ بِوَاسِطَةِ سِلْسِلَةِ تَدْوِيرٍ . وَتَمَيَّزَت الطَّائِرَةُ بِأَطْرَافِ أَجْنِحَةٍ مَرِنَةٍ يُمْكِنُ ثَنْيُهَا لِتُوَجِّهَ الطَّائِرَةَ .



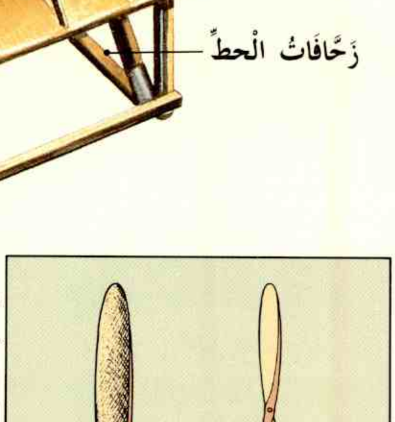
مُحرِّكُ رَايت

كَانَ الأَخَوانِ رَايت صُنَّاعَ دَرَّاجَاتٍ ، وَقَدْ أَظْهَرَا تَقَدُّمًا مَلْحُوظًا بِتَصْنِيعِ مُحرِّكِهِم الْبَنْزِينِي الْخَفِيفِ . وَكَانَتْ سِلْسِلَةُ نَقْلِ الحَرَكَةِ تُدِيرُ الْمَرَاوِحَ فِي الاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ .



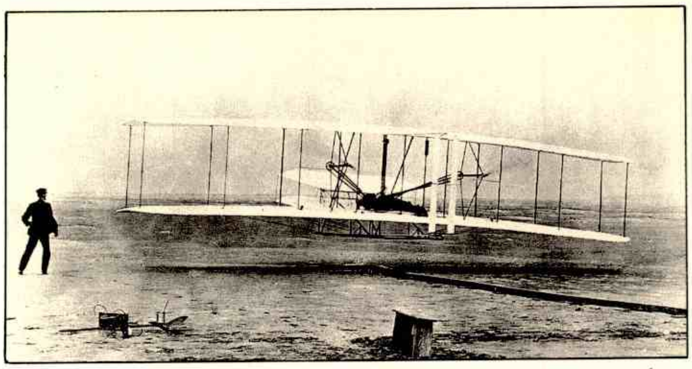
مَرَاوِحُ رَايت

كَانَتْ مَرَاوِحُ طَائِرَةِ رَايت مَصْنُوعَةً مِنْ خَشَبِ التَّنُّوب وَلَهَا مَقْطَعٌ دِينَامِيكِيٌّ هَوَائِيٌّ يُمَاثِلُ مَقْطَعَ الْجَنَاحِ . وَيُمْكِنُهَا تَحْوِيلُ حَوَالَى ٦٥٪ مِنْ قُدْرَةِ الْمحرِّكِ إِلَى دَفْعٍ . وَأَكْفَأُ الْمَرَاوِحِ الْحَدِيثَةِ تَبْلُغُ كَفَاءَتُهَا ٨٥٪ .

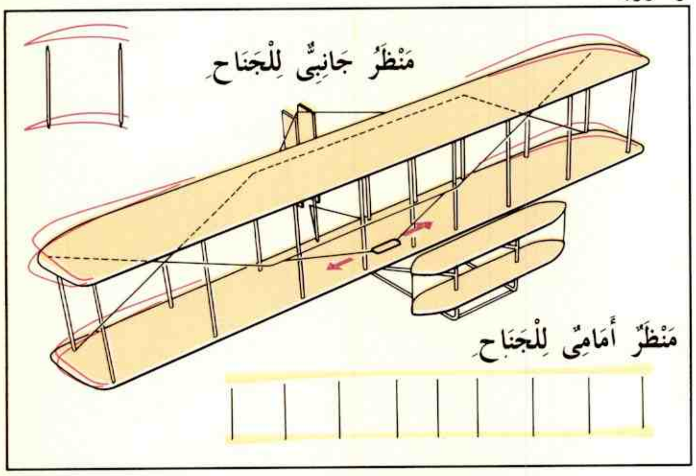


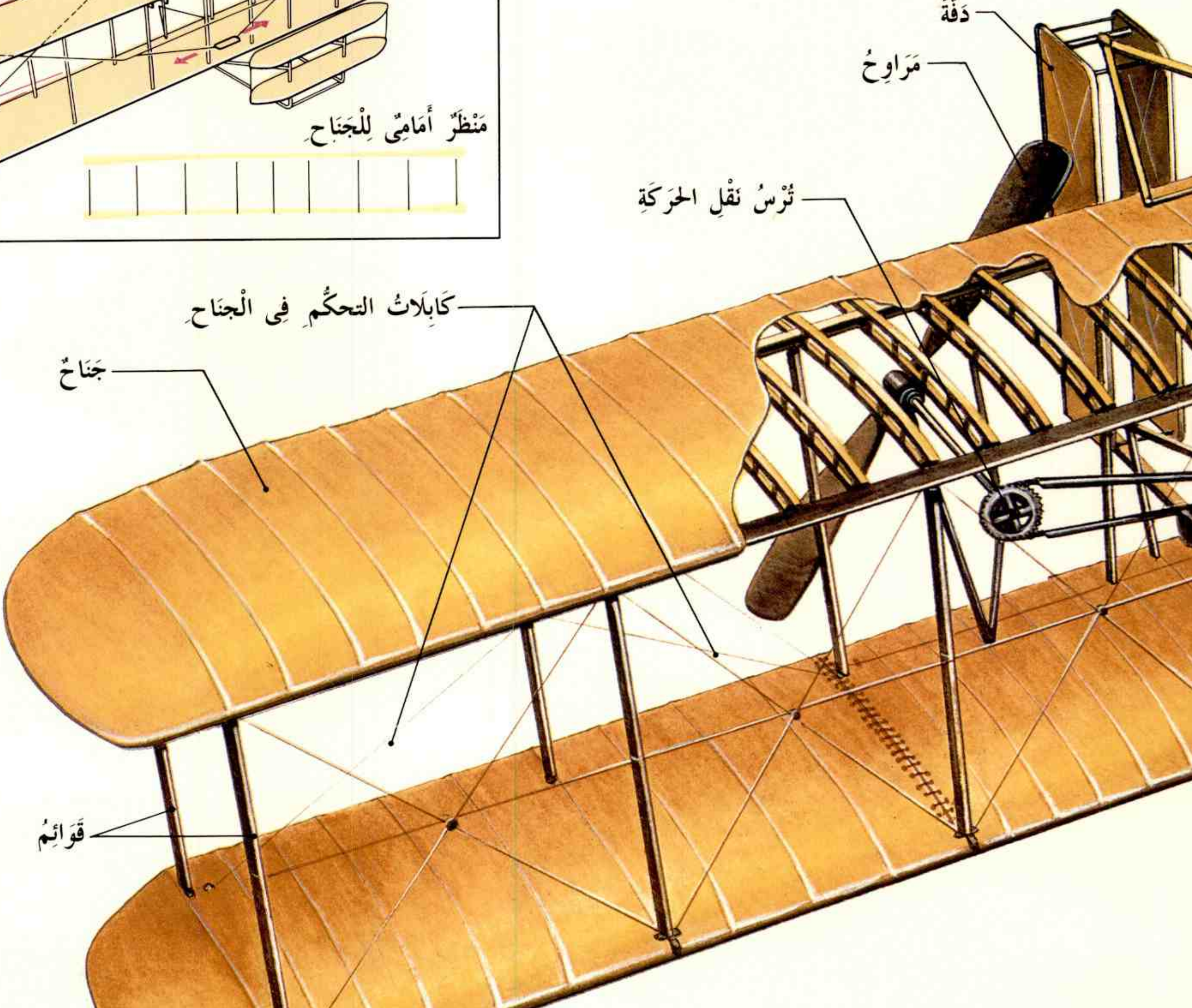
قِيَادَةُ طَائِرَةِ رَايت (فلَايَر)

قَلَّدَ الْأَخَوَانِ رَايت الطَّبِيعَةَ فِى طَائِرَتِهِم ، حَيْثُ إِنَّهُما لَاحَظَا أَنَّ الطُّيورَ تَتَحكَّمُ فِى طَيرانِهَا بِثَنْىِ أَطْرَافِ أَجْنِحَتِهَا . فَتَتَحرَّكُ أُرْجُوحَةٌ خَلْفِيَّةٌ مِنْ أَحَدِ الْجَانِبَيْنِ إِلَى الْآخرِ لِتَلْوِى أَطْرَافَ الْأَجْنِحَةِ فِى اتِّجَاهَيْنِ مُتضَادَّيْنِ لِلتحكُّمِ فِى الحَرَكَةِ الْجَانِبِيَّةِ . وَيتحكَّمُ ذِرَاعُ تَحكُّمٍ فِى الصُّعُودِ وَالنُّزُولِ .



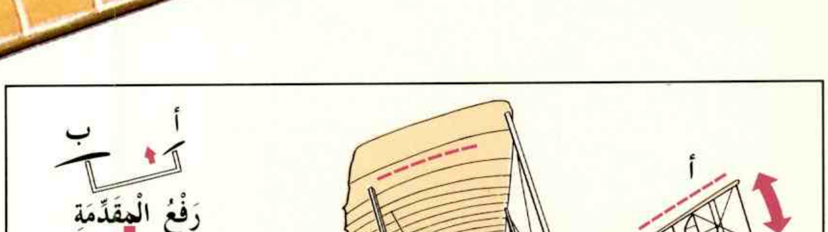
تَحقَّقَ حُلْمٌ قَدِيمٌ عِنْدَمَا انْطَلَقَتْ طَائِرَةُ رَايت فِى الْهَوَاءِ





نِظَامُ رَايت لِلتحكُّمِ

تَمَّ التَّحكُّمُ فِى الصُّعُودِ وَالنُّزُولِ بِسَطْحَيْنِ رَافِعَيْنِ تَوْأَمَيْنِ مُثَبَّتَيْنِ أَمَامَ الْأَجْنِحَةِ . وَهَذَا التَّرْكِيبُ الْمُسَمَّى الزَّعانِفُ الكَاذِبَة حَافَظَ عَلَى اسْتِقْرَارِ الطَّائِرَةِ عِنْدَ السُّرعَاتِ الْمُنخَفِضَةِ . فَإِذَا ارْتَفعَتْ مُقَدِّمَتُهَا كَثِيرًا ، فَإِنَّ السُّطُوحَ الرَّافِعَةَ تُواجِهُ الرِّيَاحَ ثُمَّ تَنْخَفِضُ بِلُطْفٍ فَتَتَّزِنُ الطَّائِرَةُ (وَتُوجَدُ السُّطُوحُ الرَّافِعَةُ فِى الطَّائِرَاتِ الْعَادِيَّةِ الآن فِى الْخلْفِ)



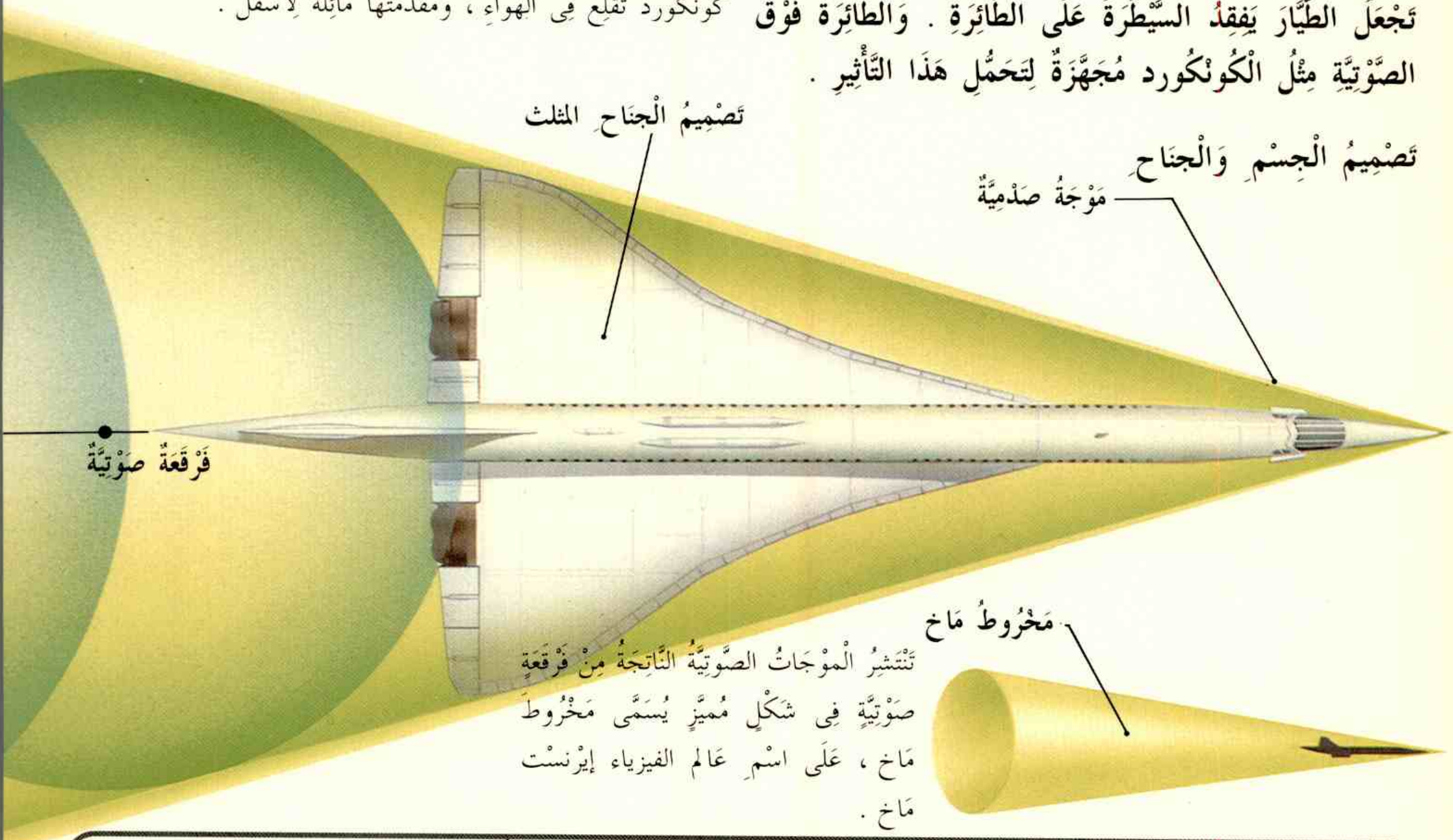
مَا هِىَ الطَّائِرَةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ؟

كُسِرَ حَاجِزُ الصَّوْتِ لِأَوَّلِ مَرَّةٍ عَامَ ١٩٤٧ عِنْدَمَا اخْتَبَرَ الطَّيَّارُ تَشَارْلِز بيجر الطَّائِرَةَ التَّجْرِيبِيَّةَ بل إكس ـ ١ . وَالْيَومَ تَطِيرُ الطَّائِرَةُ الْأَنْجلُو فَرَنْسية الكونكورد بِانْتِظَامٍ بِسُرْعَاتٍ تَفُوقُ الصَّوْتَ . وَتَتَغَيَّرُ سُرْعَةُ الصَّوْتِ بِتَغَيُّرِ الضَّغْطِ الْجَوِّىِّ وَدَرَجَةِ الحَرَارَةِ ، وَتَبْلُغُ ٧٦٠ ميلا / ساعة عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، ٦٦٠ ميلا / ساعة عَلَى ارْتِفَاعِ ٤٠٠٠٠ قَدَمٍ . وَبَيْنَمَا تَقْتَرِبُ سُرْعَةُ الطَّائِرَةِ مِنْ سُرْعَةِ الصَّوْتِ ، يَزْدَادُ ضَغْطُ الْهَوَاءِ أَمَامَ الطَّائِرَةِ مُكَوِّنًا حَاجِزًا . وَتَجَاوُزُ سُرْعَةِ الصَّوْتِ يُحْدِثُ مَوْجَةً صَدْمِيَّةً (فرقعة صوتية تَجْعَلُ الطَّيَّارَ يَفْقِدُ السَّيْطَرَةَ عَلَى الطَّائِرَةِ . وَالطَّائِرَةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ مِثْلُ الْكُونْكُورد مُجَهَّزَةٌ لِتَحَمُّلِ هَذَا التَّأْثِيرِ .



كُونْكُورد تُقْلِعُ فِى الْهَوَاءِ ، وَمُقَدِّمَتُهَا مَائِلَةٌ لِأَسْفَلَ .

تَصْمِيمُ الْجِسْمِ وَالْجَنَاحِ



تَنْتَشِرُ الْمَوْجَاتُ الصَّوْتِيَّةُ النَّاتِجَةُ مِنْ فَرْقَعَةٍ صَوْتِيَّةٍ فِى شَكْلٍ مُمَيَّزٍ يُسَمَّى مَخْرُوطَ مَاخ ، عَلَى اسْمِ عَالم الفيزياء إيرنست مَاخ .

الْمَوْجَاتُ السَّرِيعَةُ وَالْمَوْجَاتُ الصَّدْمِيَّةُ

١ ـ عِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ الطَّائِرَةُ بِسُرْعَةٍ تَقِلُّ عَنْ سُرْعَةِ الصَّوْتِ ، فَإِنَّ مَوْجَاتِ صَوْتِ الطَّائِرَةِ تَمُرُّ خِلَالَ الْهَوَاءِ أَمَامَ مُقَدِّمَةِ الطَّائِرَةِ .

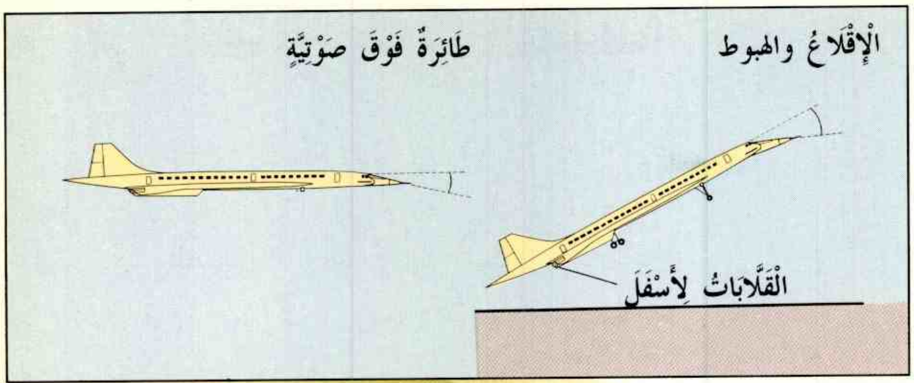
٢ عِنْدَمَا تَقْتَرِبُ سُرْعَةُ الطَّائِرَةِ مِنْ سُرْعَةِ الصَّوْتِ تَتَرَاكَمُ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ وَضَغْطِ الْهَوَاءِ أَمَامَهَا .

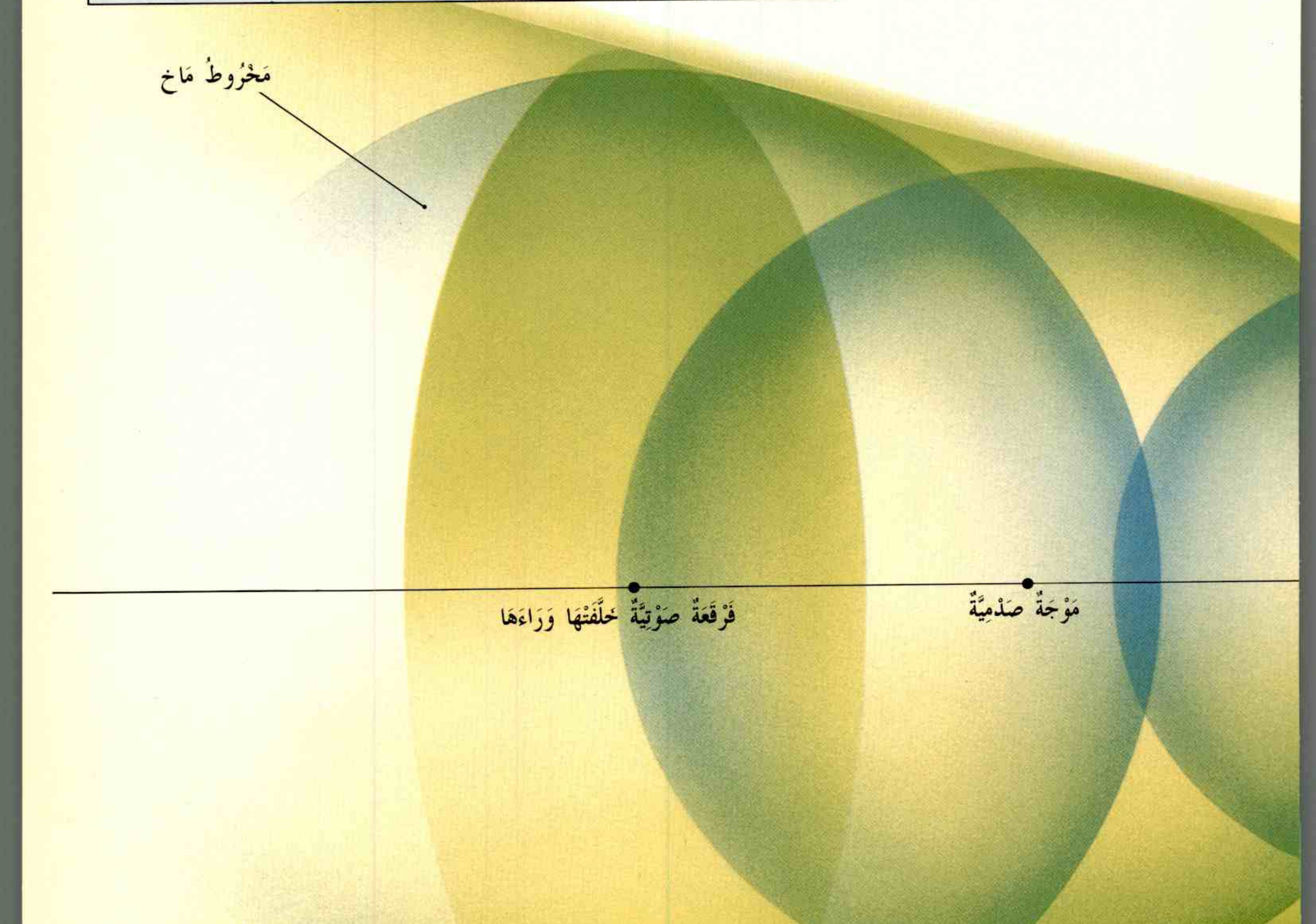
٣ ـ عِنْدَمَا تَزِيدُ سُرْعَتُهَا عَلَى سُرْعَةِ الصَّوْتِ ، يَمتَدُّ مَخْرُوطُ الْمَوْجَةِ الصَّدْمِيَّةِ إِلَى الْخَلْفِ عَلَى طُولِ حَافَّاتِ الْمَوْجَةِ الصَّوْتِيَّةِ .



مُقَدِّمَةٌ قَابِلَةٌ لِلتَّعْدِيلِ

الْكُونْكُورد لَهَا مُقَدِّمَةٌ فَرِيدَةٌ تَمِيلُ إِلَى أَسْفَلَ لِتُوَفِّرَ رُؤْيَةً مُمْتَازَةً لِلطَّيَّارِ أَثْنَاءَ الْإِقْلَاعِ وَالْحطِّ . وَتُرْفَعُ الْمقَدِّمَةُ لِتُقَلِّلَ مُقَاوَمَةَ الْهَواءِ عِنْدَ سُرْعَةِ الطَّيرانِ الثَّابِتَةِ .





تَعتَمِدُ الطَّائِرَةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ مِثْلُ الْكُونكُورد عَلَى مُحرِّكَاتٍ قَوِيَّةٍ وَانْسِيَابٍ فِي التَّصْمِيمِ الدِّينَامِيكي الْهَوَائِي يُمَكِّنُهَا مِن الطَّيَرانِ بِسُرْعَةٍ تَفُوقُ سُرْعَةَ الصَّوْتِ . وَيَجِبُ أَنْ يَكُونَ التَّصْمِيمُ قَادِرًا عَلَى تَحمُّلِ الدُّوَّامَاتِ الْمُتَكَوِّنَةِ عَنْ كَسْرِ الْحاجِزِ الصَّوْتِيِّ . وَأَجْنِحَةُ الْكُونكُورد الْمثَلَّثَةُ الِانْسِيَابِيَّةُ تُسَاعِدُ عَلَى الِاسْتِقْرَارِ عِنْدَ السُّرعَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ وَالسُّرعَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ أَيْضًا . وَتَطِيرُ الْكُونكُورد بِسُرْعَاتٍ أَقَلَّ مِنْ سُرْعَةِ الصَّوْتِ فَوْقَ الْيَابِسَةِ ، لِأَنَّ الْمَوْجَاتِ الصَّدْمِيَّةَ قَدْ تُحدِثُ أَضْرَارًا عَلَى الْأَرْضِ .

مَا هِىَ الطَّائِرَةُ الْعَمُودِيَّةُ (VTOL) ؟

تَحتَاجُ مُعْظَمُ الطَّائِرَاتِ إِلَى مَدْرَجَاتٍ طَوِيلَةٍ حَتَّى تَكْتَسِبَ السُّرْعَةَ اللَّازِمَةَ لِلإِقْلَاعِ أَوِ الإِبْطَاءَ اللَّازِمَ لِلْحَطِّ . وَلَكِنَّ الطَّائِرَةَ الْعَمُودِيَّةَ (الرَّأْسِيَّةَ الإِقْلَاعِ وَالْحَطِّ) مِثْلَ طَائِرَةِ الْقِتَالِ هَارْيَر يُمْكِنُهَا الإِقْلَاعُ وَالْحَطُّ فِى أَىِّ مَكَانٍ تَقْرِيبًا ، لِأَنَّ لَهَا أَرْبَعَةُ عَوَادِمَ نَافِثَةٍ مُتَحَرِّكَةٍ يُمْكِنُهَا تَوْجِيهُ دَفْعِ الْمُحَرِّكِ فِى اتِّجَاهَاتٍ مُتَغَيِّرَةٍ . وَبِتَغْيِيرِ اتِّجَاهِ هَذِهِ الْمَنَافِذِ ، تَسْتَطِيعُ الطَّائِرَةُ الإِقْلَاعَ وَالْحَطَّ رَأْسِيًّا ، أَوِ الطَّيَرَانَ مِثْلَ أَىِّ طَائِرَةٍ عَادِيَّةٍ نَفَّاثَةٍ .

الْمقَاتِلَةُ هَارْيَر ذَاتُ النَّفْثِ الْقَافِزِ





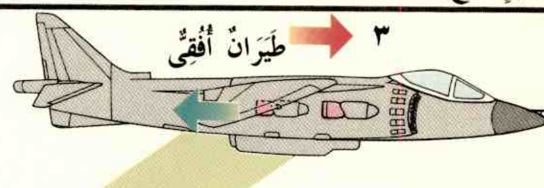
يُمْكِنُ أَنْ تَتَحَرَّكَ الْعَوَادِمُ النَّافِثَةُ لِلْهَارْيَر

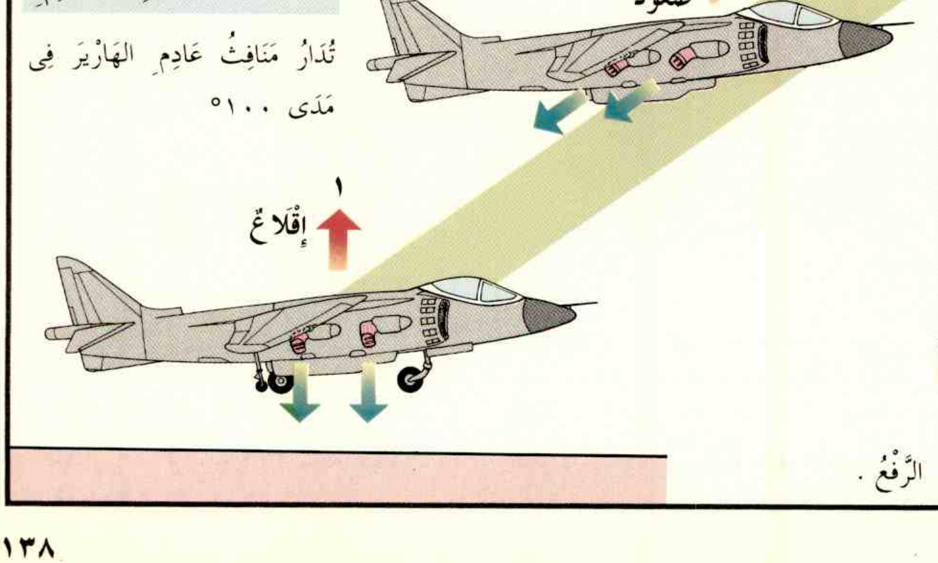
مُنَاوَرَةٌ لِلإِقْلَاعِ رَأْسِيًّا

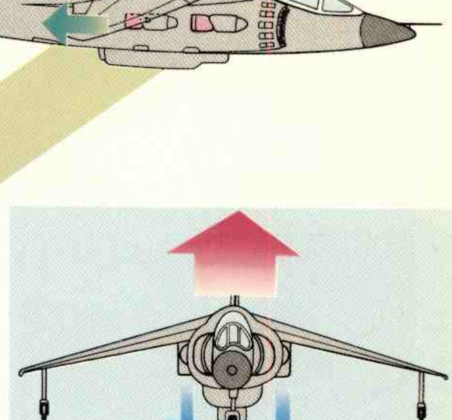
الإِقْلَاعُ : تُوَجَّهُ الأَرْبَعَةُ عَوَادِمَ نَحْوَ الأَرْضِ . لِلصُّعُودِ : يَتِمُّ إِمَالَةُ الْمَنَافِثِ . لِلطَّيَرَانِ إِلَى الأَمَامِ : تُوجَّهُ الْمَنَافِثُ إِلَى الْخلْفِ .



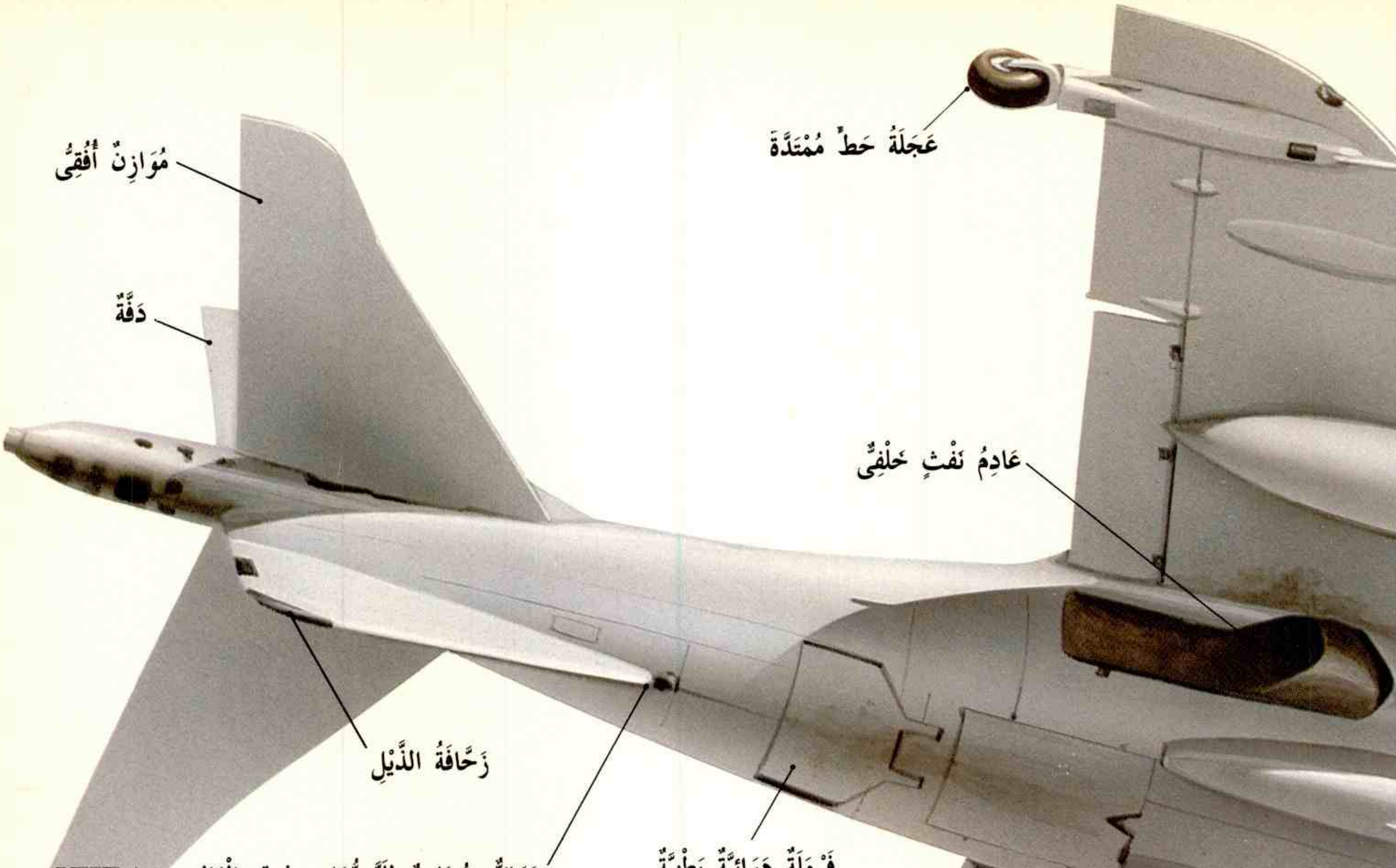
تُدَارُ مَنَافِثُ عَادِمِ الْهَارْيَر فِى مَدَى ١٠٠°







أَثْنَاءَ الإِقْلَاعِ ، تُوَلِّدُ مَنَافِثُ الْعَادِمِ دَفْعًا قَوِيًّا إِلَى أَسْفَلَ يَنْعَكِسُ عَلَى الأَرْضِ فَيَحْدُثُ الرَّفْعُ .

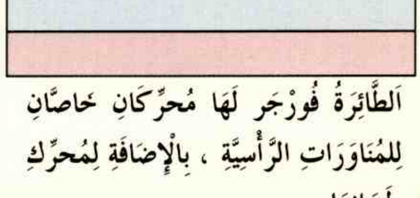


مَقْطَعٌ فِى الْمُحرِّكِ

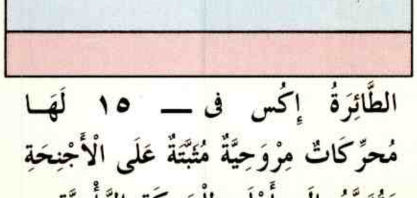


يَطْرُدُ الْمُحرِّكُ الْمِرْوَحِىُّ التُّورْبِينِىُّ الْغَازَاتِ الْمحْتَرِقَةَ مِنْ عَوَادِمِهِ فَيُوَلِّدُ الدَّفْعَ .

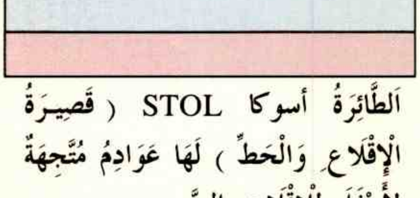
طَائِرَاتٌ عَمُودِيَّةٌ أُخْرَى



اَلطَّائِرَةُ فُورْجَر لَهَا مُحرِّكَانِ خاصَّانِ لِلمُنَاوَرَاتِ الرَّأْسِيَّةِ ، بِالْإِضَافَةِ لِمُحرِّكِ طَيَرَانِهَا .



الطَّائِرَةُ إِكْس فى ــ ١٥ لَهَا مُحرِّكَاتٌ مِرْوَحِيَّةٌ مُثَبَّتَةٌ عَلَى الْأَجْنِحَةِ وَتُدَوَّرُ إِلَى أَعْلَى لِلْحَرَكَةِ الرَّأْسِيَّةِ .



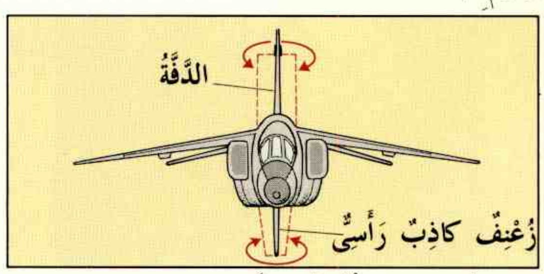
اَلطَّائِرَةُ أسوكا STOL (قَصِيرَةُ الْإِقْلَاعِ وَالْحطِّ) لَهَا عَوادِمُ مُتَّجِهَةٌ لِأَسْفَلَ لِلْإِقْلَاعِ السَّرِيعِ .

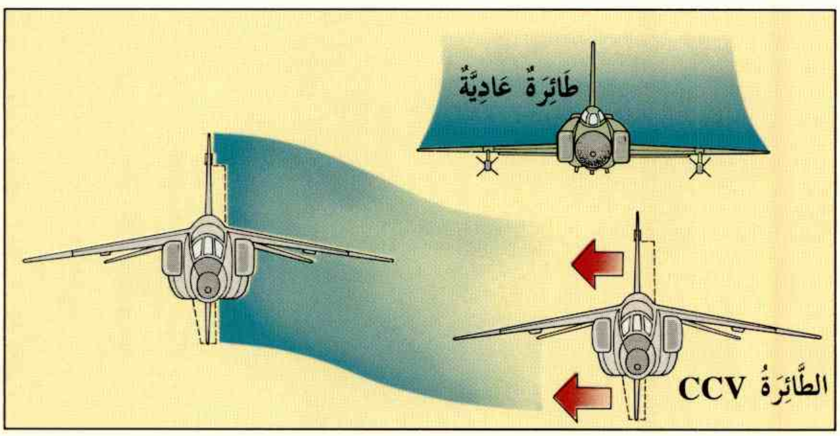
كَيْفَ تَطِيرُ بَعْضُ الطَّائِرَاتِ إِلَى الْجَانِبِ؟

تَطِيرُ الطَّائِرَاتُ الْعَادِيَّةُ فِى اتِّجَاهِ مُقَدِّمَتِها فَقَطْ ، وَلَكِنَّ بَعْضَ الطَّائِرَاتِ الْحَرْبِيَّةِ يُمكِنُهَا حَتَّى الرَّقْصُ فِى السَّماءِ . وَالْمقَاتِلَةُ النَّفَّاثَةُ CCV يُمكِنُها الطَّيَرانُ إِلَى الْأَمامِ وَأَعْلَى وَأَسْفَلَ ، وَإِلَى الْجانِبِ أَيْضًا . وَقَدْ أَصْبَحَ الطَّيَرانُ إِلَى الْجانِبِ مُمْكِنًا بِاسْتِخْدامِ أَجْنِحَةٍ صَغِيرَةٍ مُتحرِّكَةٍ تُسَمَّى زعَانِفَ كاذِبَةً تُوضَعُ أَمَامَ أَجْنِحَةِ الطَّائِرَةِ الرَّئِيسِيَّةِ . وَتُضْبَطُ زَوَايَا الزَّعَانِفِ الْكَاذِبَةِ الْأُفُقِيَّةِ وَالْموازِنَاتُ الْأُفُقِيَّةُ عِنْدَ الطَّيَرانِ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَلَ ، بَيْنَما يَجْرِى ضَبْطٌ مُمَاثِلٌ لِلزُّعْنُفِ الكاذِبِ الرَّأْسِيِّ وَالدَّفَّةِ عِنْدَ الطَّيَرانِ إِلَى الْجانِبِ . وهَذَا التَّصْمِيمُ المُبتكَرُ مَكَّنَ الطَّائِرَةَ CCV مِنْ تَغْيِيرِ اتِّجَاهِهَا أَو ارْتِفاعِهَا بَيْنَما يَظَلّ وَضْعُهَا أُفُقِيًّا وَذَلِكَ بِوَاسِطَةِ ضَبْطِ الزَّعانِفِ الكَاذِبَةِ الْأُفُقِيَّةِ ، والزُّعْنُفِ الرَّأْسِيِّ ، وَقَلَّابَاتِ الْحافَةِ الْأَمَامِيَّةِ ، وَالْموازِنَاتِ الْأُفُقِيَّةِ ، وَالدَّفَّةِ ، وَقَلَّابَاتِ حَافَةِ الذَّيْلِ .



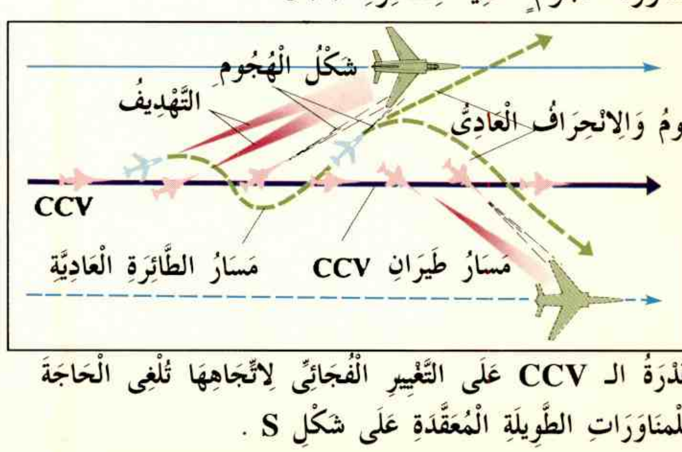
زُعْنِفَةٌ كاذِبَةٌ رأْسِيّةٌ يُوجَدُ الزُّعْنُفُ الكَاذِبُ الرَّأْسِيُّ أَمَامَ الْأَجْنِحَةِ وَتَحْتَها ، وَيُضْبَطُ جَانِبِيًّا عَلَى طُولِ الدَّفَّةِ عِنْدَمَا يُرَادُ عَمَلُ مُنَاوَرَاتٍ فُجَائِيَّةٍ أَثْنَاءَ الطَّيَرَانِ الْمُسْتَقِيمِ فَتَتَحَرَّكُ الطَّائِرَةُ إِلَى الْجَانِبِ ، بَيْنَما تَظَلُّ مُقَدِّمَتُهَا مُشِيرَةً إِلَى الْأَمَامِ .



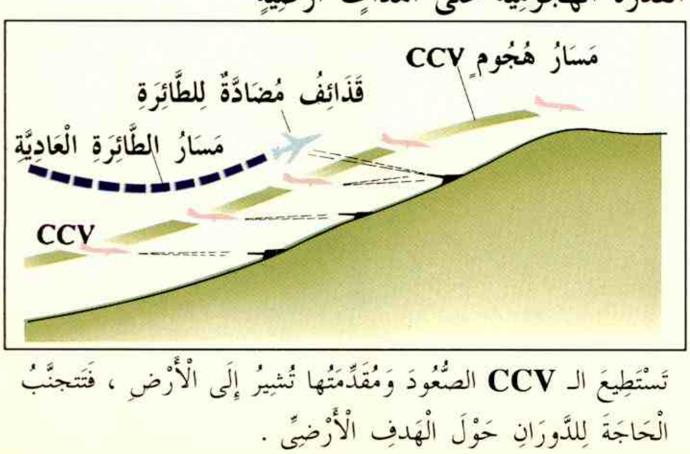


مُنَاوَرَةُ هُجُومٍ أُفُقِيَّةٌ لِلطَّائِرَةِ CVV

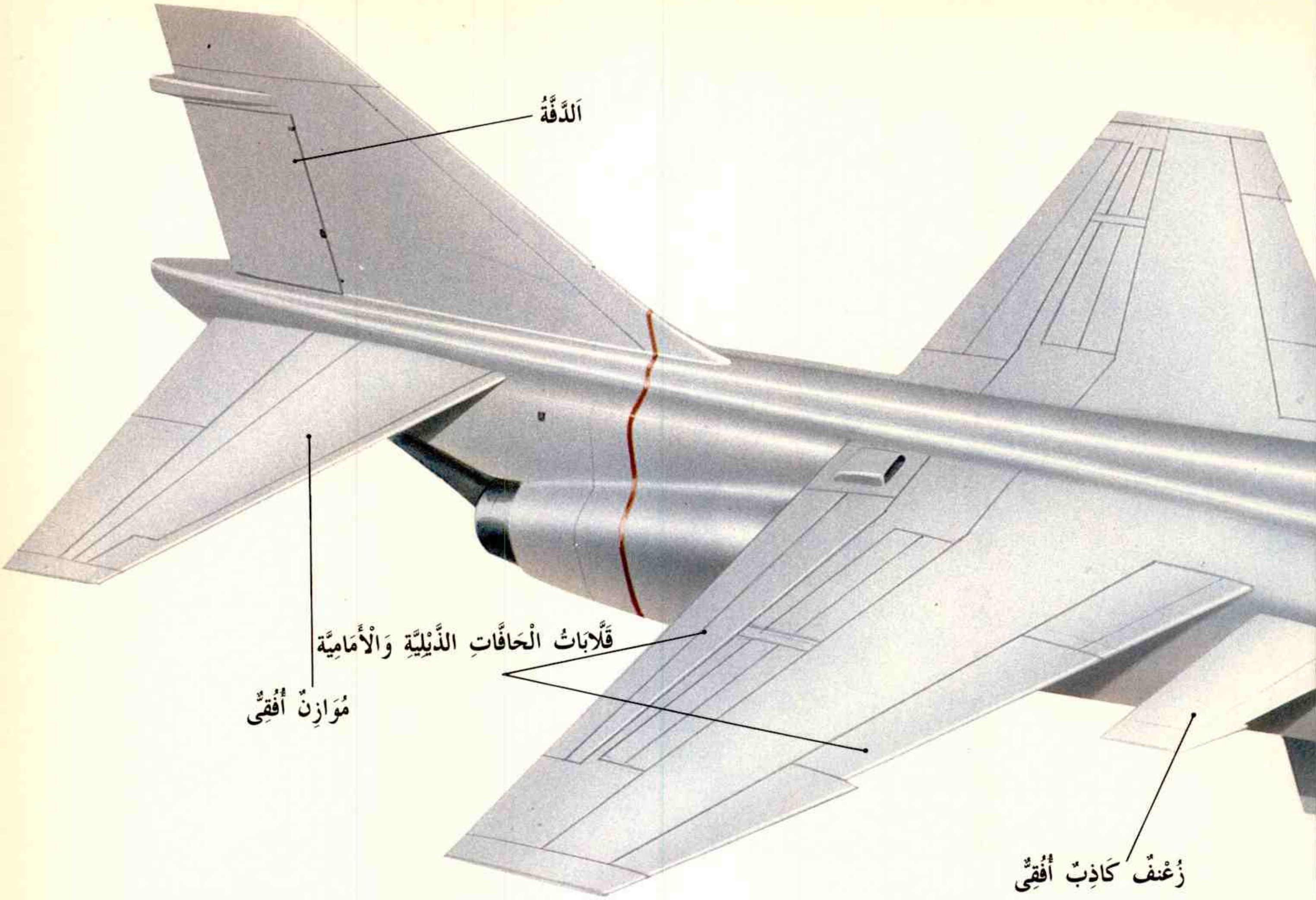
الْقُدْرَةُ الْهُجُومِيَّةُ عَلَى أَهْدَافٍ أَرْضِيَّةٍ



قُدْرَةُ الـ CCV عَلَى التَّغْيِيرِ الْفُجَائِيِّ لِاتِّجَاهِهَا تُلْغِى الْحَاجَةَ لِلْمنَاوَرَاتِ الطَّوِيلَةِ الْمُعَقَّدَةِ عَلَى شَكْلِ S .

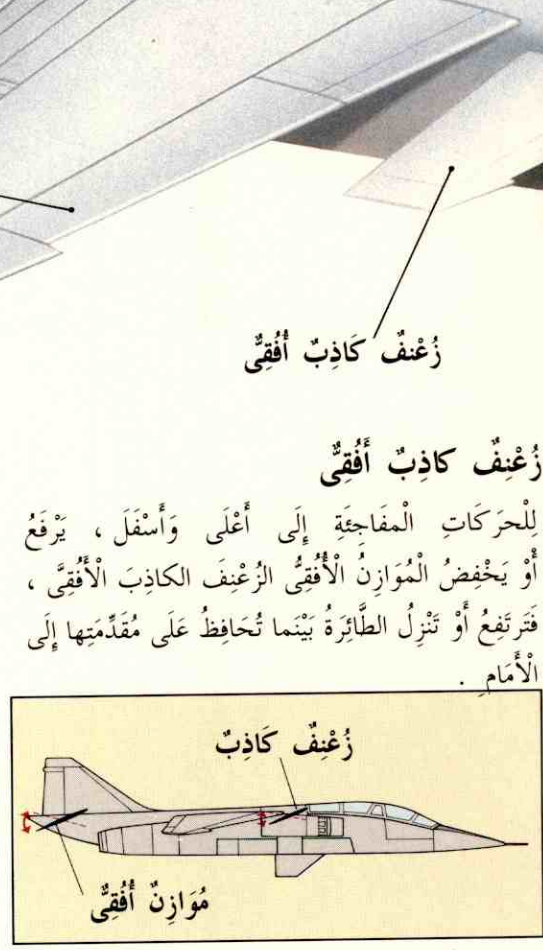


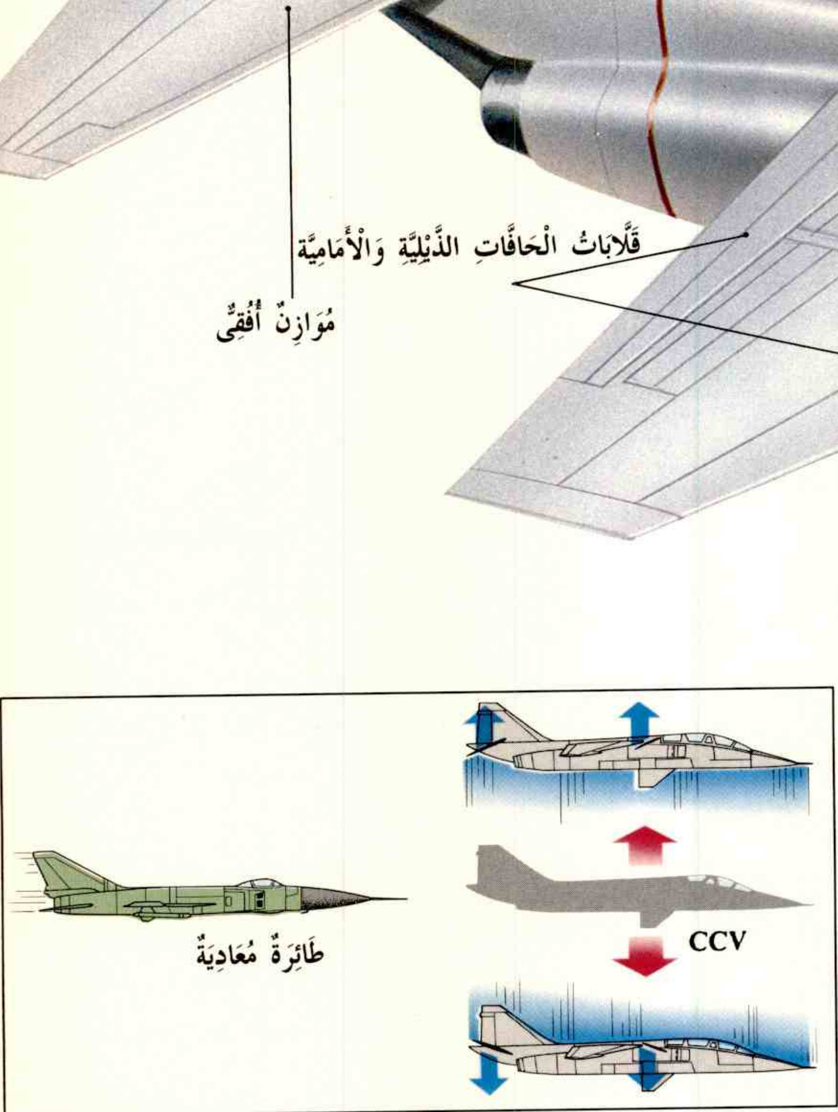
تَسْتَطِيعُ الـ CCV الصُّعُودَ وَمُقَدِّمَتُها تُشِيرُ إِلَى الْأَرْضِ ، فَتَتَجَنَّبُ الْحَاجَةَ لِلدَّوَرَانِ حَوْلَ الْهَدَفِ الْأَرْضِيِّ .



زُعْنِفٌ كاذِبٌ أَفُقِيٌّ

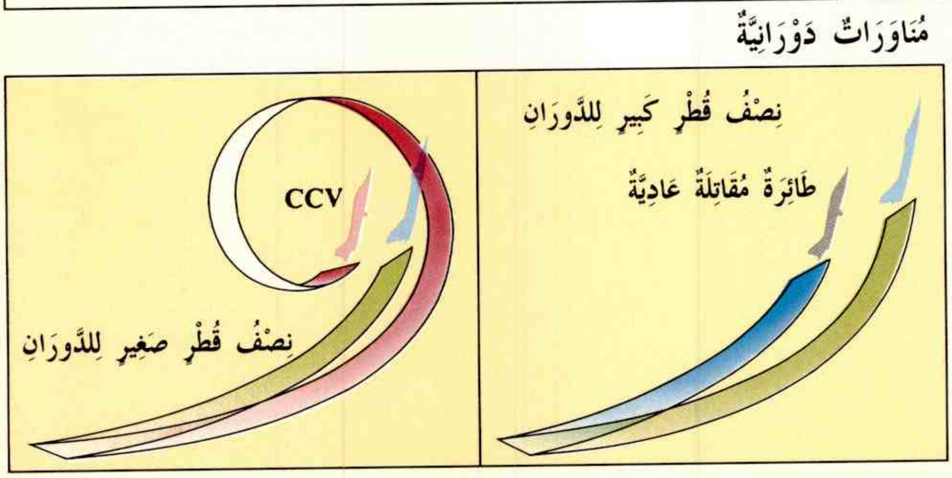
لِلْحرَكَاتِ الْمفَاجِئَةِ إلَى أَعْلَى وَأَسْفَل ، يَرْفَعُ أَوْ يَخْفِضُ الْمُوَازِنُ الْأُفُقِيُّ الزُعْنفَ الكاذِبَ الْأُفُقِيَّ ، فَتَرتَفِعُ أَوْ تَنْزِلُ الطَّائِرَةُ بَيْنما تُحَافِظُ عَلَى مُقَدِّمَتِها إلَى الْأَمَامِ .





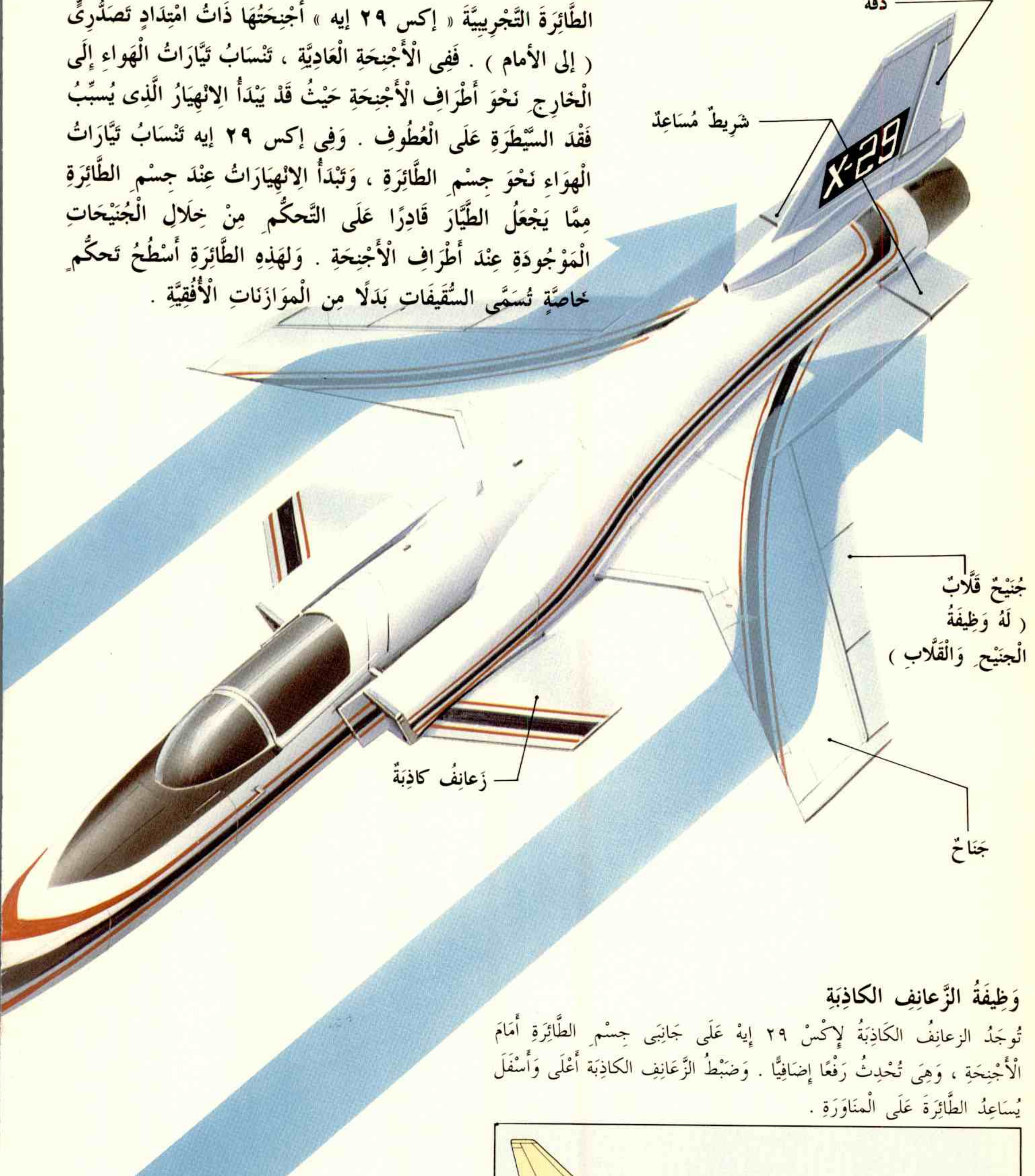
مُنَاوَرَاتٌ دَوْرَانِيَّةٌ

تَحتَاجُ الطَّائِرَةُ الْمُقَاتِلَةُ الْعَادِيَّةُ مِساحَةً كَبِيرَةً لِإجْراءِ دَوَرَانٍ لِلْهُرُوب مِن الطَّائِرَاتِ الْمعَادِيَةِ . وَلكِنَّ الـ CCV عَلَى الْعَكْس ، يُمْكِنُهَا ضَبْطُ الزُعْنِفِ الكاذِبِ الرَّأْسِيِّ وَالْمُوازِنِ الْأُفقِيِّ لِتَعْمَل دَوَرَانًا قَصِيرًا لَا تَسْتَطِيعُ الطَّائِرَاتُ الْعَادِيَّةُ أَنْ تَقُومَ بِمِثْلِهِ . وَرَغْمَ أَنَّ طَائِرَةَ CCV أَقَلُّ اسْتِقْرَارًا عِنْدَ الطَّيرَانِ الْعَادِيِّ ، إلَّا أَنَّ قُدْرَتَها الفَرِيدَةَ عَلَى الْمنَاوَرَةِ تُكْسِبُهَا مَيْزَةً حَاسِمَةً فِى قِتَالٍ شَرِسٍ .



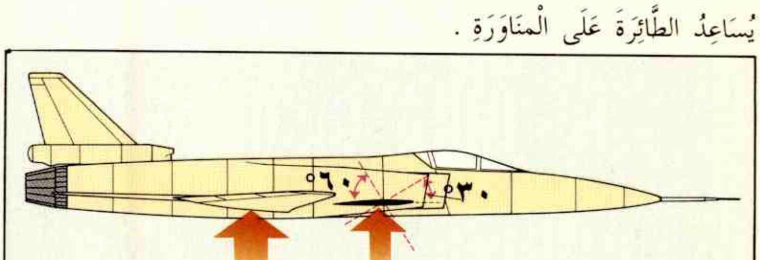
مَا هُوَ الِامْتِدَادُ التَّصَدُّرِىُّ لِلْجَنَاحِ؟

تَمْتَازُ مُعْظَمُ الطَّائِرَاتِ بِالِامْتِدَادِ التَّرَاجُعِىِّ لِأَجْنِحَتِها ، وَلَكِنَّ الطَّائِرَةَ التَّجْرِيبِيَّةَ « إكس ٢٩ إيه » أَجْنِحَتُهَا ذَاتُ امْتِدَادٍ تَصَدُّرِىٍّ (إلى الأمام) . فَفِى الْأَجْنِحَةِ الْعَادِيَّةِ ، تَنْسَابُ تَيَّارَاتُ الْهَواءِ إِلَى الْخَارِجِ نَحْوَ أَطْرَافِ الْأَجْنِحَةِ حَيْثُ قَدْ يَبْدَأُ الِانْهِيَارُ الَّذِى يُسبِّبُ فَقْدَ السَّيْطَرَةِ عَلَى الْعُطُوفِ . وَفِى إكس ٢٩ إيه تَنْسَابُ تَيَّارَاتُ الْهَوَاءِ نَحْوَ جِسْمِ الطَّائِرَةِ ، وَتَبْدَأُ الِانْهِيَارَاتُ عِنْدَ جِسْمِ الطَّائِرَةِ مِمَّا يَجْعَلُ الطَّيَّارَ قَادِرًا عَلَى التَّحكُّمِ مِنْ خِلَالِ الْجُنَيْحَاتِ الْمَوْجُودَةِ عِنْدَ أَطْرَافِ الْأَجْنِحَةِ . وَلِهَذِهِ الطَّائِرَةِ أَسْطُحُ تَحكُّمٍ خَاصَّةٍ تُسَمَّى السُّقَيفَاتِ بَدَلًا مِنَ الْمُوازَنَاتِ الْأُفُقِيَّةِ .



وَظِيفَةُ الزَّعانِفِ الكاذِبَةِ

تُوجَدُ الزعانِفُ الكَاذِبَةُ لِإكْسْ ٢٩ إيهْ عَلَى جَانِبَى جِسْمِ الطَّائِرَةِ أَمَامَ الْأَجْنِحَةِ ، وَهِىَ تُحْدِثُ رَفْعًا إِضَافِيًّا . وَضَبْطُ الزَّعَانِفِ الكاذِبَةِ أَعْلَى وَأَسْفَلَ يُسَاعِدُ الطَّائِرَةَ عَلَى الْمناوَرَةِ .



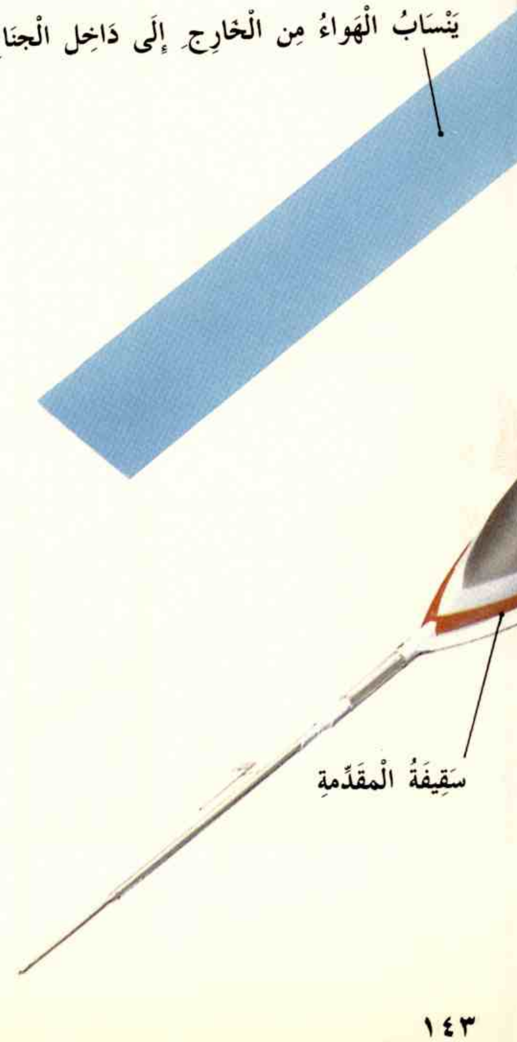


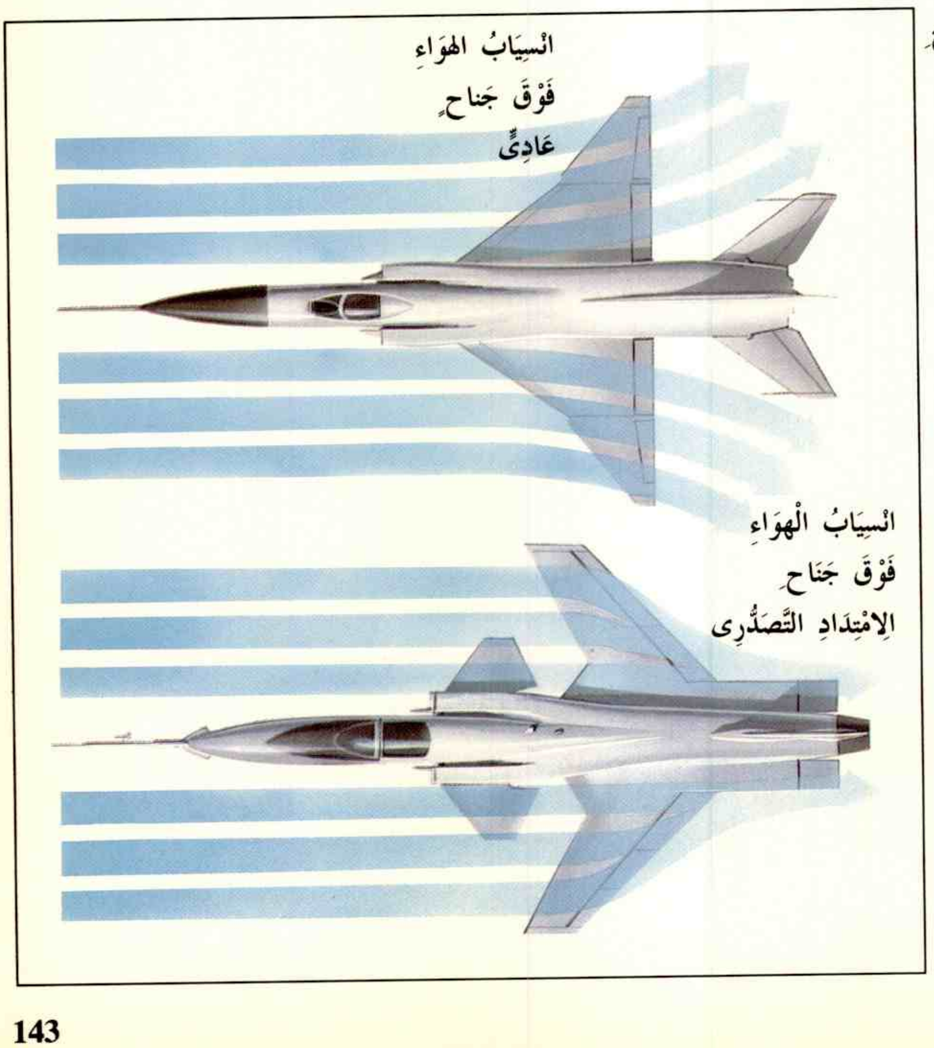
الْتِوَاءُ طَرَفِ الْجَنَاحِ

أَجْنِحَةُ إِكْس ٢٩ إِيه تَزِيدُ قُوَّةَ الرَّفْعِ وَالْقُدْرَةَ عَلَى الْمَنَاوَرَةِ . وَبِالْإِضَافَةِ لِتَصْمِيمِهَا الْفَرِيدِ فَإِنَّ أَجْنِحَةَ هَذِهِ الطَّائِرَةِ مَعْرُوفَةٌ بِصِنَاعَتِهَا مِنَ الْإِيبُوكْسِي كَرْبُون . وَتُصْنَعُ أَجْنِحَةُ الطَّائِرَةِ الْعَادِيَّةِ مِنْ سَبَائِكَ مَعْدِنِيَّةٍ ، وَهِيَ مَرِنَةٌ ، وَتَنْهَارُ أَحْيَانًا تَحْتَ إِجْهَادِ الْمَنَاوَرَاتِ . وَالْتِوَاءُ طَرَفِ الْجَنَاحِ قَدْ يُتْلِفُ وَأَحْيَانًا يُدَمِّرُ الْأَجْنِحَةَ . وَلَكِنَّ أَجْنِحَةَ إِكْس ٢٩ إِيه مُصَنَّعَةٌ مِنْ مُرَكَّبَاتٍ كِيمِيَائِيَّةٍ شَدِيدَةِ الصَّلَابَةِ وَتَتَحَمَّلُ إِجْهَادَ الْمَنَاوَرَاتِ اللَّازِمَةِ .

انْسِيَابُ الْهَوَاءِ وَاتِّجَاهُ الْجَنَاحِ

تُحْدِثُ أَجْنِحَةُ الِامْتِدَادِ التَّصَدُّرِيِّ انْسِيَابًا لِلْهَوَاءِ مِنْ خَارِجِهَا إِلَى دَاخِلِهَا مِمَّا يُقَلِّلُ احْتِمَالَاتِ الِانْهِيَارِ . وَرَغْمَ أَنَّ إِكْس ٢٩ إِيه أَقَلُّ اتِّزَانًا مِنَ الطَّائِرَةِ الْعَادِيَّةِ ، إِلَّا أَنَّ قُدْرَتَهَا عَلَى الْمَنَاوَرَةِ عَالِيَةٌ عِنْدَ السُّرْعَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ .





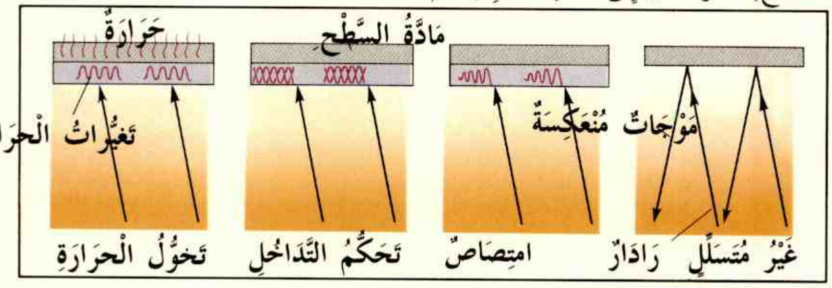
مَا هِىَ الطَّائِرَةُ الْمُتَسَلِّلَةُ (الشبح) ؟

ظَلَّ مُصَمِّمُو الطَّائِرَاتِ يَحْلُمُونَ لمدَّةٍ طَوِيلَةٍ بِابْتِكَارِ طَائِرَةٍ لَايَكْشِفُهَا رَادَارُ الْعَدُوِّ . وَقَاذِفَةُ الْقَنَابِلِ الْأَمْرِيكِيَّةُ الْمتسَلِّلَةُ ب ــ ٢ الَّتِى بُنِيَت فِى عِقْدِ الثَّمَانِينِيَّاتِ مِن الْقَرْنِ العِشرينَ صُمِّمَتْ لِتَتَجَنَّبَ اكْتِشَافَهَا وَذَلِكَ بِأَنْ تَمْتَصَّ مَوْجَاتِ الرَّادَارِ بَدَلًا مِنْ أَنْ تَعْكِسَهَا . وَصُنِعَتْ مِنْ مَوَادَّ لَافِلِزِّيَّةٍ خَاصَّةٍ ضَعِيفَةِ العَكْسِ لمَوْجَاتِ الرَّادَارِ ، كَمَا أَنَّ مَسْقَطَهَا الْجَانِبِىَّ رَقِيقٌ جِدًّا بِحَيْثُ تَمرُّ مَوْجَاتُ الرَّادَارِ فَوْقَ وَحَوْلَ الطَّائِرَةِ دُونَ اعْتِرَاضٍ يُذْكَرُ لَهَا .

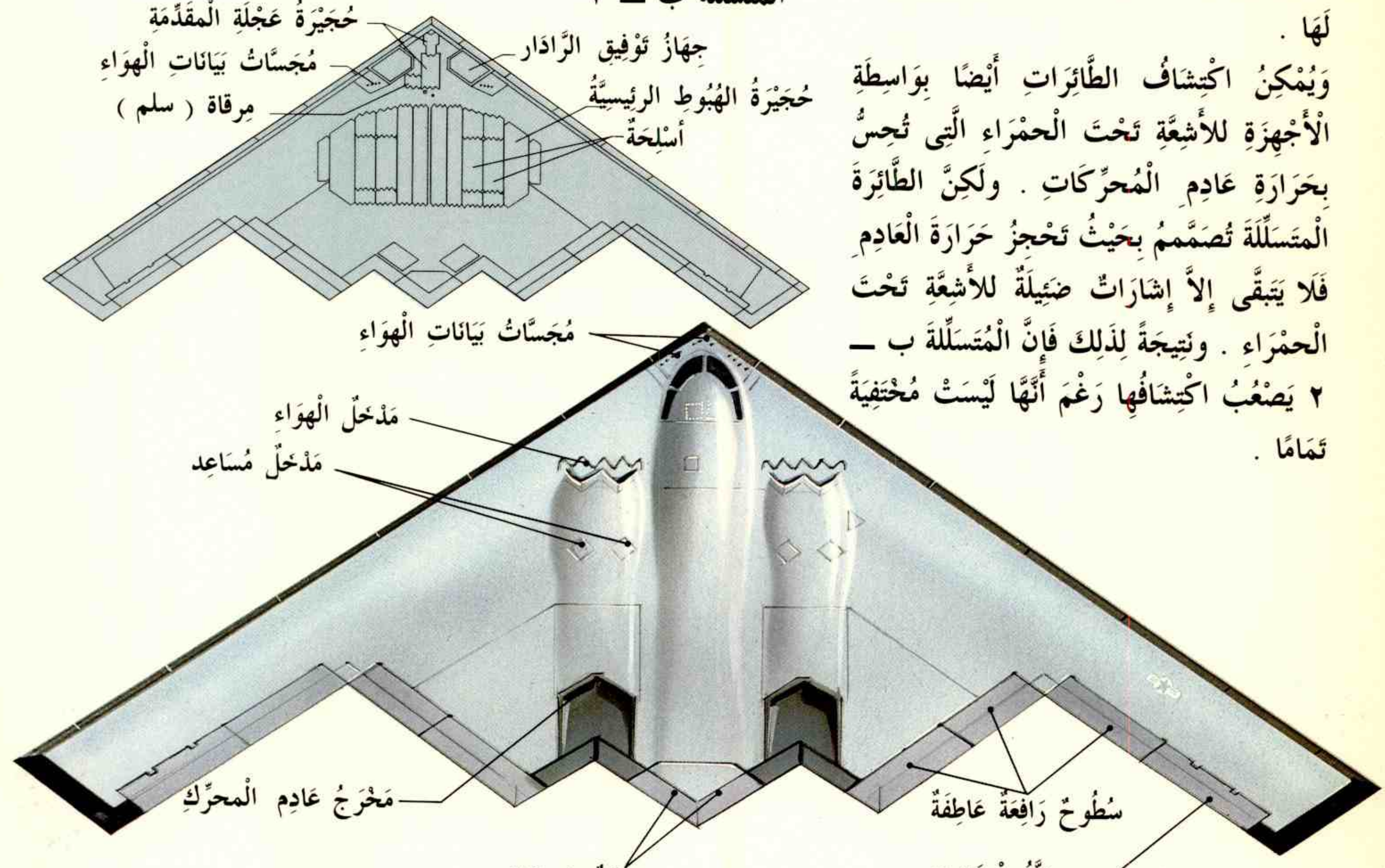
وَيُمْكِنُ اكْتِشَافُ الطَّائِرَاتِ أَيْضًا بِوَاسِطَةِ الْأَجْهِزَةِ للأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ الَّتِى تُحِسُّ بِحَرَارَةِ عَادِمِ الْمُحرِّكَاتِ . ولَكِنَّ الطَّائِرَةَ الْمتَسَلِّلَةَ تُصَمَّمُ بِحَيْثُ تَحْجزُ حَرَارَةَ الْعَادِمِ فَلا يَتبقَّى إلاَّ إِشَارَاتٌ ضَئِيلَةٌ للأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ . ونَتِيجَةً لِذَلِكَ فَإِنَّ الْمُتَسَلِّلَةَ ب ــ ٢ يَصْعُبُ اكْتِشَافُهَا رَغْمَ أَنَّهَا لَيْسَتْ مُخْتَفِيَةً تَمَامًا .

تَجَنُّبُ الِاكْتِشَافِ بِالرَّادَارِ

يُغَطَّى سَطْحُ الطَّائِرَةِ المتسَلِّلَةِ بِطَبَقَةٍ مِنْ مَادَّةٍ خَاصَّةٍ تَمْتَصُّ الرَّادَارَ . وَتَنْقَسِمُ مَوْجَاتُ الرَّادَارِ الْقَادِمَةُ إِلَى مَوْجَتَيْنِ مُتَضَادَّتَيْنِ تُوَاجِهُ كُلٌّ مِنْهُمَا الْأُخْرَى ، بَيْنَمَا تُحَوِّلُ مَادَّةُ السَّطْحِ الْمَوْجَاتِ إِلَى طَاقَةٍ حَرَارِيَّةٍ يَتِمُّ امْتِصَاصُهَا .



الْمُتَسَلِّلَةُ ب ــ ٢



تُشْبِهُ ب ــ ٢ فِى شَكْلِهَا سَمَكَةَ الشَّيْطَانِ . ومَقْطَعُ الطَّائِرَةِ الرَّفِيعُ جِدًّا يُقَدِّمُ أَقَلَّ مِسَاحَةٍ تَصْطَدِمُ بِهَا مَوْجَاتُ الرَّادَارِ .



مَادَّةُ السَّطْحِ الْخَاصَّةُ لِلطَّائِرَةِ ب ــ ٢ تُلْغِى وَتَمْتَصُّ مَوْجَاتِ الرَّادَارِ . وَصُورَةُ الطَّائِرَةِ الَّتِى تَظْهَرُ عَلَى شَاشَاتِ الرَّادَارِ لَا تُشْبِهُ أَكْثَرَ مِنْ طَائِرٍ كَبِيرٍ .

معانى المصطلحات

المُسَرِّع : رافعة على شكل دواسة ، تستعمل للتحكم فى سرعة المركبة بتغيير كمية الوقود المُغذى للمحرك . : **Accelerator**

مقياس التَّسارُع : جهاز قياس تسارع الطائرة . : **Accelerometer**

رُقاقة هوائية : أى سطح مصمم للتحكم ولرفع الطائرة باستخدام التيارات الهوائية المحيطة ، مثل الأجنحة والجنيحات والقلابات والموازنات . : **Airfoil**

مقياس الارتفاع : جهاز لتحديد ارتفاع الطائرة عن سطح البحر أو أى تضاريس أرضية . : **Altimeter**

بارومتر معدنى : علبة معدنية رقيقة محكمة ، ذات سطح مرن معروف مسبقًا سلوكه تحت ظروف الضغط الجوى المختلفة . : **Aneroid**

ضاغط محورى : أداة توجه الهواء بضغطه داخل المحرك . : **Axial compressor**

عمود : قضيب دَوَّار تتصل به عجلات المركبة . : **Axle**

غواصة الأعماق السحيقة : غواصة تَمْخُرُ الأعماق السحيقة للمياه ، ولها مقدرة ذاتية للملاحة . : **Bathyscaphe**

كرة الأعماق السحيقة : غرفة كروية لاستكشاف الأعماق السحيقة للمياه ، وتُدَلَّى للأعماق بواسطة كبلات . : **Bathyspere**

كرسى : أداة تستخدم لتقليل الاحتكاك بين جسمين أحدهما أو كلاهما مُتَحرِّك . : **Bearing**

ذيل منحنٍ : سطح مُوَجَّهٌ يقوم بضبط اتزان الطائرة . : **Beaver tail**

أسطوانة الكبح أو الفرملة : أسطوانة معدنية تحوى مكبسا يتحرك إلى الخارج بقوة لتعمل فرامل السيارة أو القطار . : **Brake cylinder**

حذاء الكبح أو الفرملة : كتلة من مادة مهيئة لتُوَائِمَ الانحناء الداخلى لبرميل الفرامل فى السيارات ، أو عجلات القطار . : **Brake Shoe**

حُدْبَة : قرص أو أسطوانة غير منتظمة الشكل ، مما يؤدى إلى حركة دورية اهتزازية تتبع مسارًا محددًا ، وتُجْبِرُ الجسمَ الملاصقَ أن يتخذ مسارًا مطابقًا . : **Cam**

زعنفة كاذبة : أداة تركب فى مقدمة المركبات لتحسين الاتزان . أو هى أحد الأجنحة الرافعة الصغيرة الموجودة فى مقدمة الأجنحة الرئيسية فى بعض أنواع الطائرات . : **Canard**

المُبَخِّرُ : أداة لخلط وتبخير وتغذية المحرك برذاذ مخلوط البنزين والهواء . : **Carburetor**

الهيكل : كل ما يشمل جسم وعجلات وآلات المركبة . : **Chassis**

قابض : تركيبة دوارة تُنَظِّمُ عملية توصيل أو فصلِ قدرة المحرك عن مجموعة نقل الحركة . : **Clutch**

ذراع الخطوةِ المُجَمَّعَةِ : رافعة تستخدم للتحكم فى زاوية ميل شفرات الدوامة الرئيسية للطوافة (الهيليكوبتر) بغرض زيادة أو خفض قوة الرفع . : **Collective pitch lever**

غرفة الحريق : الفراغ المتاح لإشعال الوقود أعلى مكبس آلة الاحتراق الداخلى . : **Combustion chamber**

المحرق : الآلة المختصة ببدء الاحتراق واستمراره فى المحرك النفاث . : **Combustor**

ضَغَّاطٌ : مضخة أو أى أداة تؤدى إلى تقليص حجم وزيادة ضغط الغازات . : **Compressor**

Condenser : **مكثف** : أداة قادرة على تجميع وتخزين الشحنات الكهربية .

Control rod : **عمود تحكم** : عمود من مواد ذات قدرة عالية لامتصاص النيترونات فى قلب المفاعل النووى الانشطارى ، بهدف التحكم فى معدل التفاعل المتسلسل .

Converter : **مُحَوِّل** : جهاز يستخدم لتحويل التيار الكهربى المتردد إلى تيار كهربى مستمر أو العكس .

Crankshaft : **عمود المرفق**: العمود الرئيسى فى الآلة المحركة ، ويقوم بتحويل الحركة الخطية للمكابس إلى حركة دائرية لعمود التدوير .

Cyclic pitch lever : **ذراع الخطوة الدورية** : رافعة تستخدم للسيطرة على التحليق الأفقى للطوافة (الطائرة الهيليكوبتر) ، وذلك بإمالة شفرات الدُّوَّامة إلى اليمين أو اليسار .

Cylinder : **أسطوانة** : هى غرفة أسطوانية فى بدن المحرك ويتحرك بداخلها جسم المكبس .

Delta wing : **جناح مثلثى** : سطح على شكل مثلث ، يقوم بعمل الجناح والموازن الأفقى فى المركبات الفضائية وبعض الطائرات الفوق صوتية .

Disk brake : **كابح قرصى** : نوع من الفرامل التى تعمل بالاحتكاك بين كلابة ذات حذاء ضغط وسطحى قرص معدنى دوار .

Dog clutch : **قابض كلابى** : قابض يستعمل فى المركبات ذات السحب رباعى العجلات ، ويعمل على دمج أجزاء الحركة بإحكام .

Drag : **مقاومة السحب** : قوة المقاومة الهوائية الكلية المعاكسة للحركة الأمامية لأى من الرقائق أو الأجنحة وكل الأجزاء المعرضة للهواء للطائرة .

Electrode : **قطب** : موصل يمكن عن طريقه إمرار تيار كهربى فى وسط غير فلزى .

Electromagnet : **مغناطيس كهربى** : هو القالب المصنوع غالبًا من الحديد والمحاط بملف يحمل تيارًا كهربيًّا .

Elevon : **سطح رافع عاطف** : سطح محكوم يؤدى عمل الرافع والجنيحات .

Flange : **شفة** : حلقة تستعمل للتثبيت .

Flap : **قلابة** : سطح متحرك يستخدم لزيادة المقاومة الهوائية ولرفع الطائرة . وتستخدم فى السيارات السريعة لخفض مقاومة الهواء .

Flying bridge : **الجسر المعلق** : موضع يكون أعلى غرفة القيادة فى السفن ، وبه أجهزة ملاحية بديلة مكررة لما فى غرفة القيادة .

Foil : **رُقاقة** : إما رقاقة هوائية أو رقاقة مائية .

Forecastle : **مقدمة السفينة** : جزء فى مقدمة السفينة يبيت فيه النوتية .

Fuselage : **جذع الطائرة** : الجزء الأوسط من جسم الطائرة والمتصل به كل من الأجنحة والذيل والمحركات .

Generator : **مُوَلِّد** : آلة تقوم بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربية .

Gimbal : **ميزان أفقى** : أداة تجعل الأجسام المعلقة بها دائما فى وضع أفقى حتى لو تم قلبها .

Gripman : **القبّاض** : مسمى يطلق على وظيفة العامل الذى يتحكم فى عربة الكابل من إيقاف وتسيير .

Gyrocompass : **بُوصلة دَوَّارة** : بوصلة مِلاحية تحتوى على جيروسكوب (كاشف دوار عديد الارتكاز) وتحدد دائما الشمال الحقيقى .

Gyroscope : **كاشِف دَوَّارٌ عديد الارتكاز** : جهاز يمكنه تحديد نفس الاتجاه المطلق ، ولا يتأثر بأى من العوامل المحيطة .

Heat exchanger : **مبدِّل حرارى** : أداة تستخدم لنقل الحرارة المتولدة فى المفاعل النووى مثلا إلى الماء لتبخيره وإنتاج الكهرباء من مولد .

Hertz : **هرتز** : وحدة قياس التردد . وتستخدم لتحديد تردد الموجات اللاسلكية وغيرها . KHZ الكيلو هرتز أو ألف ذبذبة فى الثانية ، MHZ الميجا هرتز أو مليون ذبذبة فى الثانية .

Hydrofoil : **رُقاقة مائية** : رقاقة تشبه الجناح ، ولها المقدرة على رفع جسم بعض أنواع السفن فوق سطح الماء وتوليد دفع لعطف المركب .

Hydrostatic : **موائع ساكنة** : ما له علاقة بالاتزان والضغوط فى الموائع الساكنة .

Ignition coil : **ملف الإشعال** : مجموعة من الأسلاك اللولبية فى نظام الإشعال ، والغرض منها رفع الجهد الكهربى للمركم وتوصيله إلى شمعة الإشعال .

Inducer : **مُحِثٌّ** : هو جزء من مضخة نفث المياه ويزيد من سرعة دخول ونفث المياه مسببًا الدفع فى زوارق السطوح الانسيابية ــ الهيدروفويل .

Integrator : **المُجَمِّع** : أداة ملاحية تستعمل فى الطائرات لتوجيه المعلومات المستقاة من مقياس التسارع مع الزمن المنقضى بغرض حساب سرعة الطائرة .

Isopressure valve : **صمام معادلة الضغط** : صمام يستخدم فى عربات إطفاء الحرائق ، بغرض تثبيت ضغط نفث المياه عند مستوى ثابت .

Lift : **الرفع** : قوة الهواء المؤثرة على الطائرة لتظل محلقة .

Lifter : **رافعة** : أسطوانة صغيرة تصل بين الحُدْبَة وصمام المحرك ، للتحكم فى فتحه أو إغلاقه .

Light-emitting diode (LED) : **المشع الضوئى الثنائى** : أداة شبه موصلة تشع الضوء حين سريان التيار الكهربى .

Live steam : **بخار نشط** : بخار خارج توا من الغلاية فى أعلى مستويات ضغطه وجاهز للاستعمال .

Mach : **ماخ** : رقم يبين النسبة بين سرعة جسم إلى سرعة الصوت : واحد ماخ تعنى مساويًا لسرعة الصوت .

Manometer : **مانومتر** : جهاز لقياس الضغط فى الموائع .

Pantograph : **سنجة نابِضيَّة** : أداة لنقل الطاقة الكهربية من الأسلاك المعلقة إلى مركبات القاطرة الكهربية .

Pinion : **ترس صغير** : ترس مصمم ليندمج مع عجلة كبيرة ، أو عمود مسنن يلاقى ترسًا .

Piston : **كَبَّاس** : قرص أو أسطوانة تتحرك داخل غلاف محكم .

Piston rod : **عمود الكباس** : عمود ينقل حركة الكباس إلى عمود المرفق .

Pitch : **خَطَرانٌ أو خُطْوَةٌ** : ميلُ مقدمة الطائرة إلى أعلى أو أسفل ، أو مَرْجَحَةُ السفن إلى الأمام والخلف ، أو هى الزاوية التى تأخذها شفرات الدُّوَّامة عند محورها .

Pivot tube : **أنبوب بيتو** : أداة لقياس سرعة الطيران .

Pivot lock : **قفل ارتكازى** : أداة ربط تلقائى محكم عند تلاقى رؤوس الأقفال .

Poop deck : **قمة جسر المؤخرة** : سطح مرتفع عند مؤخرة السفينة .

Poppet valve : **صمام قفاز** : صمام يختص بالتحكم فى مسارات التغذية وطرد العادم فى آلات الاحتراق الداخلى .

Power cylinder : **أسطوانة قدرة** : أداة تعمل بمائع (هيدروليكية) عن طريق حاسب للتحكم فى العجلات الأربعة فى المركبات ذات التوجيه الرباعى .

Radar : **رادار** : جهاز يظهر الأجسام المحيطة على شاشة . ويحدد مكانها بحساب الزمن المقطوع بين لحظتى إرسال واستقبال صدى إشارة لاسلكية .

Reactor : **مفاعل** : جهاز يحدث فى داخله التفاعل النووى الانشطارى المتسلسل ، ويمكن التحكم فيه واستمراره لإنتاج طاقة حرارية أو إشعاعات ذات استخدامات مفيدة .

Revolutions per minute (rpm) : **لفة فى الدقيقة** : مقياس لتعيين سرعة المحرك ، وذلك بتحديد عدد الدورات التى يعملها عمود المرفق فى الدقيقة .

Ring gear : **ترس حلقى** : الترس الحاوى للتروس الكوكبية والترس الشمسى فى مجموعة نقل الحركة ذاتيًا .

Roll : **انعراج** : دوران الطائرة حول محور جذعها بفقد بسيط للارتفاع ، أو اهتزاز السفينة من جانب إلى الآخر .

Rotor : **دَوَّار** : الجزء الدوار فى الآلة وفى المجموعة الكهربية للسيارة ، وهو الجزء الدوار داخل الحاوى الساكن فى المولد الكهربى ، وفى مجموعة نقل الحركة ذاتيًا ، وهو الجزء المسؤول عن تحويل عزم الدوران ، فى الطائرة ، وهو مجموعة رقاقات دوارة مثل الشفرات الأفقية فى دُوَّامة الطوافة (الهيليكوبتر) .

Rudder : **دفة** : فى السفن ، لوح رأسى فى المؤخرة يستعمل لتوجيه السفينة ، فى الطائرة ، سطح متصل بالموازن الرأسى ويستعمل بمساعدة الجنيحات فى توجيه الطائرة .

Sink : **بالوعة** : أداة لتسريب أو سحب الكهرباء .

Sonar : **سونار أو مِسْبَرُ أعماق** : جهاز لتحديد موقع الأجسام تحت الماء ، وذلك بحساب الزمن اللّازم لارتداد صدى صوتى من الجسم .

spoiler : **مُفْسِدٌ** : عاكس للهواء يستعمل فى السيارات ، وخاصة فى سيارات السباق . يمنع السيارة من الارتفاع عن الطريق لزيادة قدرة السحب عند السرعات العالية ، أو هو لوح طويل ضيق على السطح العلوى لجناح الطائرة ، يستعمل كأداة لتقليل الرفع وزيادة المقاومة .

Sponson : **كَنَفُ مُوازَنِةٍ** : جزء من الطائرة يساعدها على الطفو فوق الماء ، ويستعمل أيضًا كخزان للوقود .

Stabilizer : **مُوَازِنٌ** : فى السفن ، أداة آلية تقوم بتعديل ومحايدة التأرجُحِ ، فى الطائرة ، أداة تساعد فى المحافظة على اتزان الطائرة أثناء التحليق .

Static tube : **أنبوب ساكن** : أنبوب تستخدم لقياس ضَغط السوائل الساكنة .

Stator : **الغلاف الساكـن** : الجزء غير المتحرك الذى يدور فيه أو به الدوَّار .

Strake : **شريط مساعد** : سطح أفقى محكوم يستعمل فى بعض أنواع الطائرات لمساعدة الزعانف الكاذبة على الصعود أو النزول .

Substation : **محطة فرعية** : محطة فرعية تقوم بتحويل التيار الكهربى ، أو رفع أو خفض الجهد الكهربى .

Superstructure : **بِنْيَةٌ فَوْقِيَّةٌ** : أجزاء السفينة التى تبنى أعلى سطحها الرئيسى .

Suspender ring : **حلقة تعليق** : حلقة تصل بين رافعة التحرير وبين الرأس فى مِقْرَناتِ المحاور المِفْصَلِيَّة لربط عربات القطار .

Suspension : **التعليـق** : مجموعة الـزنبركات والأجزاء المستعملة فى حمل جذع وهيكل المركبة بعيدًا عن المحور .

Switching unit : **وحدة فصل** : أداة تستخدم فى السيارات الكهربية لمقاطعة الدائرة الكهربية لمنع التيار الكهربى المرتفع من إعطاب الدائرة أو إحـداث حريق .

Synchronizer : **مُزَامِن** : أداة تستخدم فى مجموعة نقل الحركة لجعل التروس تدور بنفس المعدل لمنع التروس من التعارض .

Throttle : **خانِقٌ** : نظام تحكم فى سريان كمية خليط الوقود والهواء إلى المحرك .

Tongue rail : **قضيب تَحْوِيل** : قضيب متحرك لنقل القطار وعرباته إلى مسار آخر .

Transfer gear : **ترس نقل الحركة** : مجموعة نقل الحركة والتروس الفَرْقِيَّة الموجودة داخل صندوق .

Trim tank : **خزان اتزان** : خزان للمياه يمكن ملؤه أو تفريغه تبعًا لحاجة اتزان السفينة .

Turbine : **تربين** : أى من الآلات الدَّوَّار المتصل به مراوح وشفرات ويدار بواسطة ضغط مائع متحرك مثل المياة أو البخار أو الهواء .

Ultrahigh frequency (UHF) : **تردد فوق العالى جدًّا** : الترددات اللاسلكية المحصورة بين ٣٠٠ و ٣٠٠٠ مليون ذبذبة فى الثانية .

Very high frequency (VHF) : **تردد عالٍ جدًّا** : التـرددات اللاسلكيـة المحصورة بين ٣٠ و ٣٠٠ مليون ذبذبة فى الثانية .

Winch : **مِرْفَاعٌ** : آلة ذات مقدرة عظيمة على سحب ورفع الأثقال بواسطة كبلات أو سلاسل .

Yaw : **انعطاف** : الاتجاه مؤقتا فى مسار غير مستقيم .